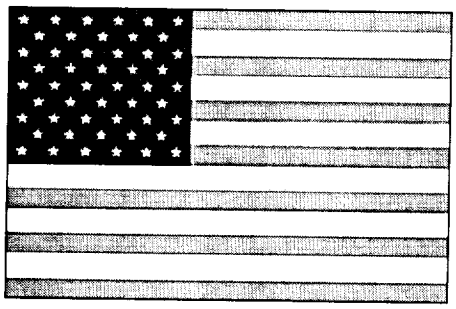
NASA SP-1999-6108/(на русском языке)

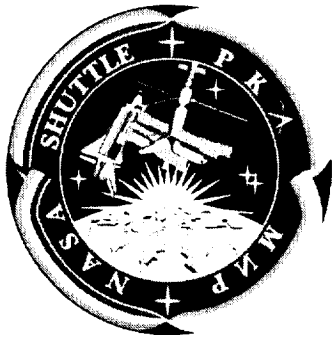
Программа Фазы 1 Совместный отчет

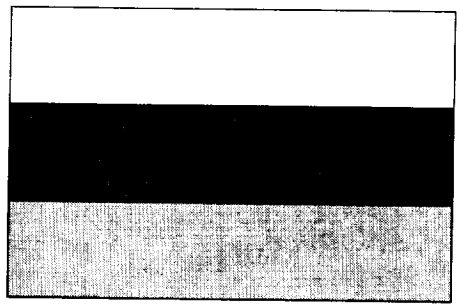
Джордж К. Нилд,
Главный редакмор, США

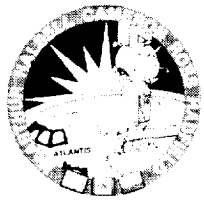
и

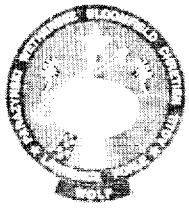
Павел Михайлович Воробьев,
Главный редакмор, Россия

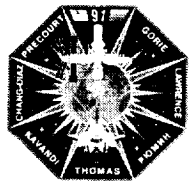












Январь 1999 г.

Копии можно заказать по адресам:

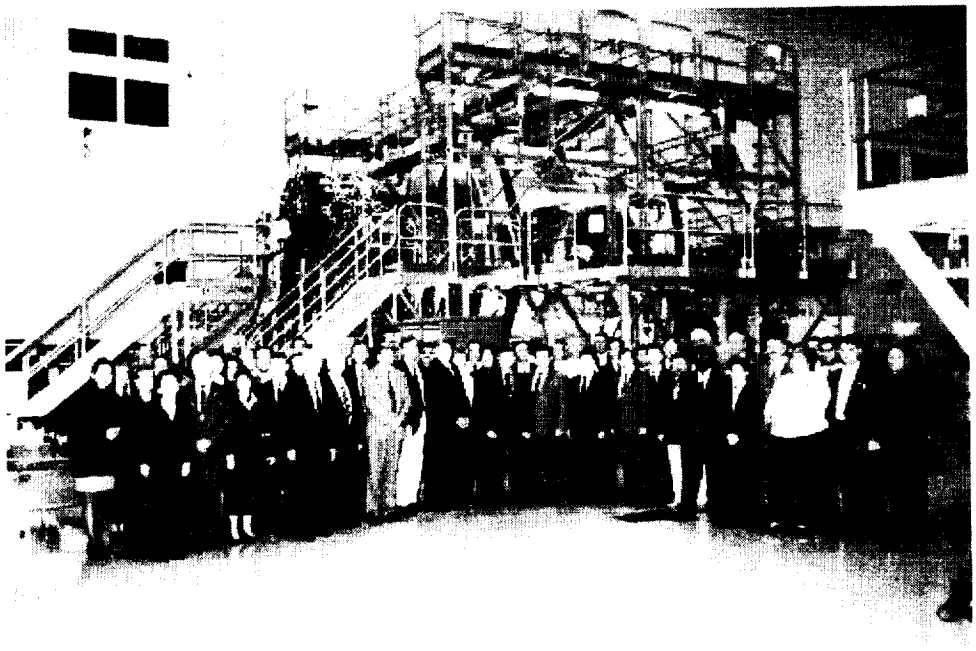
NASA Center for AeroSpace Information
7121 Standard
Hanover, MD 21076-1320
Price Code: A17

National Technical Information Service
5285 Port Royal Road
Springfield, VA 22161
Price Code: A10

Предисловие

Этот отчет состоит из разделов, подготовленных всеми совместными рабочими группами, которые работали по Программе Фазы 1. Большая часть материалов, вошедших в этот отчет, была подготовлена и согласована во время совещания нулевой группы по руководству Программой, которая состоялась в Космическом центре им. Джонсона (КЦД) НАСА с 13 по 16 июля 1998 г. Для подготовки этого отчета рабочие группы были поставлены перед задачей описать организационную структуру и рабочие процессы, которые они использовали в ходе программы, совместные достижения, накопленный опыт, а также применимость этого опыта в Программе международной космической станции (МКС). Основные авторы каждого раздела указаны в его начале вместе с перечнем членов соответствующей рабочей группы. По окончанию совещания председатели групп с российской и американской сторон или выделенные ими представители утвердили техническое содержание своих разделов. Редактирование отчета свелось, в основном, к форматированию и изменению компоновки. Хотя наличие многочисленных авторов привело к некоторому дублированию данных и проявилось в различных стилях, в которых были написаны разделы, вместе с тем значительным преимуществом отчета является то, что каждая предметная область была подготовлена и утверждена соответствующими техническими специалистами.

Предполагается, что отчет станет наиболее значительным совместным справочным документом, содержащим информацию, представляющую интерес для обеих стран. Детальные научные и технические результаты, совместные отчеты экипажей, а также материалы, которые относятся к индивидуальным программам или операциям каждой страны, будут опубликованы отдельно.



Участники совещания нулевой группы по руководству Программой, которое состоялось перед запуском Шаттла STS-89

Содержание

Предисловие III
Перечень таблиц и рисунков IX-X

1. ВВЕДЕНИЕ 1
1.1. Как начиналась Программа Фазы 1 ... 2
1.2. Цели программы и структура рабочих групп ... 3

2. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ ... **11**
2.1. Описание программ "Мир-Шаттл" и "Мир-НАСА" ... 12
2.2. Программа полета станции "Мир" в 1994-1998гг. ... 14
2.3 Информация по совместным полетам Фазы 1 ... 15
2.4 Основные этапы совместной подготовки к полету кораблей Шаттл ... 29

3. ИНТЕГРАЦИЯ ШАТТЛА С МИРОМ ... **35**
3.1 Введение ... 37
3.2 Организационная структура, процесс деятельности и организационные взаимоотношения ... 39
3.3 Совместные достижения ... 40
3.4 Система стыковки ... 55
3.5 Накопленный опыт/применимость для МКС ... 58

4. ДОСТАВКА И ВОЗВРАЩЕНИЕ ГРУЗОВ ... **61**
4.1. Сводные данные по доставленным и возвращенным грузам со станции «Мир» по программам «Мир-Шаттл», «Мир-НАСА» ... 62
4.2. Состав российских грузов в полетах Шаттла к станции «Мир» ... 65
4.3. Особенности полетов кораблей Шаттл по программам «Мир-Шаттл», «Мир-НАСА» в части размещения российских грузов ... 91
4.4. Основные этапы работы по подготовке полетов кораблей Шаттл в части транспортировки российских грузов ... 96
4.5. Основные достижения сторон по реализации программ «Мир-Шаттл», «Мир-НАСА» ... 105

5. СОВМЕСТНЫЕ ОПЕРАЦИИ ШАТТЛ - МИР ... **109**
5.1 Управление полетом и операции в реальном времени во время полетов Шаттла со стыковкой ... 110
5.2 Операции во время долгосрочных экспедиций ... 114

Содержание

6. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ 133
6.1 Введение 134
6.2 Структура документации 134
6.3 Концепции и основные правила 135
6.4 Основные совместные достижения в области безопасности 137
6.5 Важнейшие выводы из накопленного опыта 143
6.6 Выводы 146

7. ПОДГОТОВКА ЭКИПАЖА 149
7.1 Общие данные о подготовке экипажей 150
7.2 Подготовка астронавтов в России 153
7.3 Техническая подготовка астронавтов по ТК "Союз ТМ" и ОК "Мир" 160
7.4 Практические занятия и тренировки на комплексном тренажере ТК "Союз ТМ" 161
7.5 Подготовка астронавтов НАСА на тренажерах и стендах орбитального комплекса "Мир" 163
7.6 Выводы и предложения по программе подготовки астронавтов в целом 165
7.7 Подготовка космонавтов в США 165
7.8 Подготовка экипажей к выполнению научной программы 167
7.9 Подготовка астронавтов НАСА по программе ВКД на ОК "МИР" 175
7.10 Итоги подготовки экипажей Мир-НАСА 179

8. ВНЕКОРАБЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (ВКД) 181
8.1 Краткое изложение 182
8.2 Организационная структура, процесс деятельности и организационные взаимоотношения 182
8.3 Процесс COFR 185
8.4 Тренировки 185
8.5 Основные достижения 185
8.6 Полученный опыт 188
8.7 Выходы в открытый космос, выполненные совместно космонавтами и астронавтами 189

9. МЕДИЦИНСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ 195
9.1 Общие положения 196
9.2 Задачи 196
9.3 Принципы и организационная структура 197
9.4 Оценка состояния здоровья экипажей и медицинский мониторинг 198
9.5 Общие данные о подготовке экипажей 200

Содержание

9.6 Подготовка астронавтов ... 201
9.7 Медико-биологическая подготовка ... 201
9.8 Роль российских врачей экипажа ... 203
9.9 Выводы и рекомендации по программе медицинского обеспечения в целом ... 203
9.10 Основные достижения и накопленный опыт ... 204
9.11 Краткое изложение достижений группы медицинского обеспечения ... 209

10. РАБОТА РОССИЙСКО-АМЕРИКАНСКИХ ЭКИПАЖЕЙ НА СТАНЦИИ ... 231
10.1 Введение ... 232
10.2. Совместная деятельность экипажей ОК "Мир" и кораблей Шаттл ... 232
10.3 Передача смены между астронавтами НАСА ... 233
10.4 Достижения ... 234
10.5 Цели ... 234
10.6 Сфера ответственности экипажа ... 234
10.7 Операции по ВКД ... 235
10.8 Взаимодействие внутри международных экипажей, с ГОГУ и консультативной группой НАСА (КГ) в ЦУП-М ... 236
10.9 Выводы и предложения: ... 237

11. НАУЧНАЯ ПРОГРАММА ПОЛЕТА ... 241
11.1 Введение ... 242
11.2 Рабочая группа по научной программе полетов (РГ-4) ... 244

12. ОТЧЕТ СОВМЕСТНОЙ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ ПО СВЯЗЯМ С ОБЩЕСТВЕННОСТЬЮ (РГ-1) ... 287
12.1 Сфера ответственности ... 288
12.2 Организационная структура ... 288
12.3 Основные достижения ... 289
12.4 Полученный опыт и его применение для МКС: ... 290

13. ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ МКС ... 293
13.1 Новые проблемы ... 294
13.2 Применение корабля Шаттл для транспортно-технического обеспечения орбитальной станции ... 294
13.3 Взаимодействие международных экипажей ... 296
13.4 Работоспособность систем орбитальной станции в длительном полете ... 297
13.5 Опыт ликвидации аварийных ситуаций ... 297

Содержание

13.6 Проведение совместных наземных операций с грузами материально-технического обеспечения ... 298
13.7 Изучение окружающей среды на станции ... 298
13.8 Интеграция российских и американских грузов ... 299
13.9 Создание совместной документации ... 299
13.10 Опыт совместного управления комплексом Мир-Шаттл из ЦУП-Х/ЦУП-М ... 299
13.11 Достижения научных исследований ... 300
13.12 Опыт совмещения двух технических школ создания космической техники, развивавшихся ранее независимо ... 300

14. ВЫВОДЫ ... 303

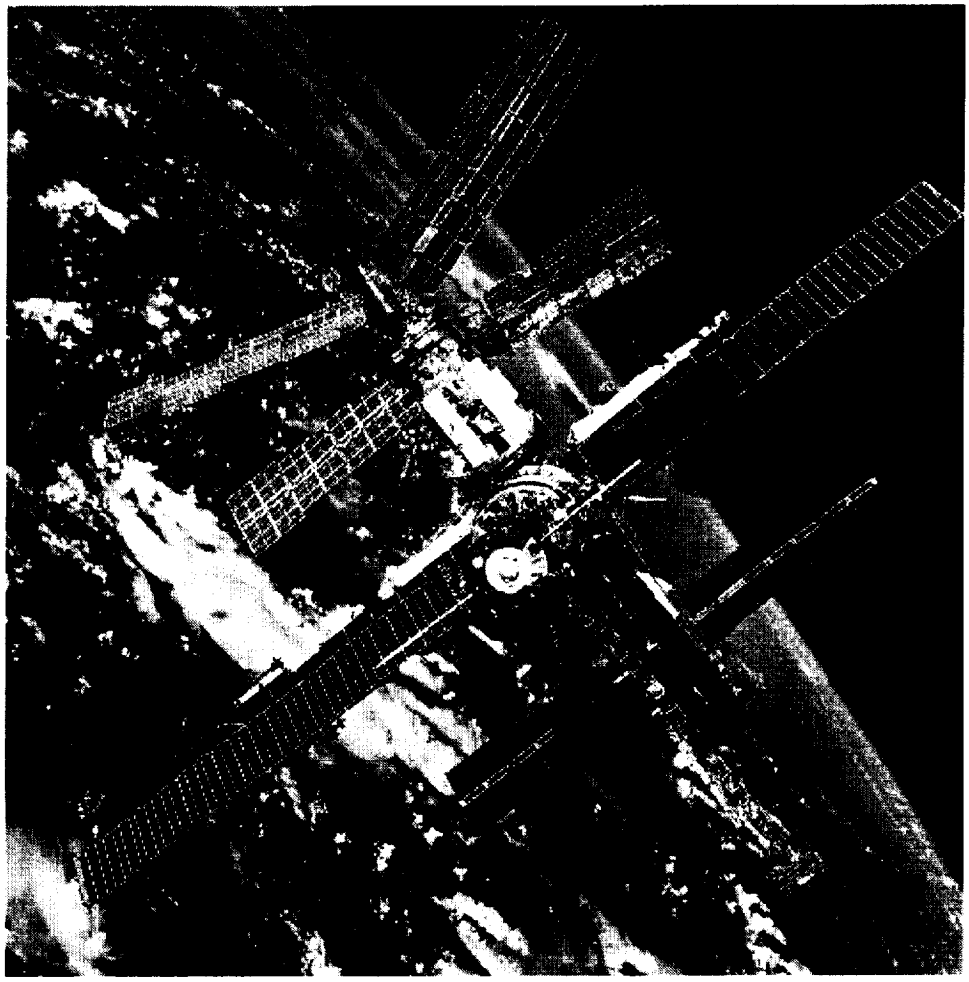
15. СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ ... 305

Перечень таблиц и рисунков

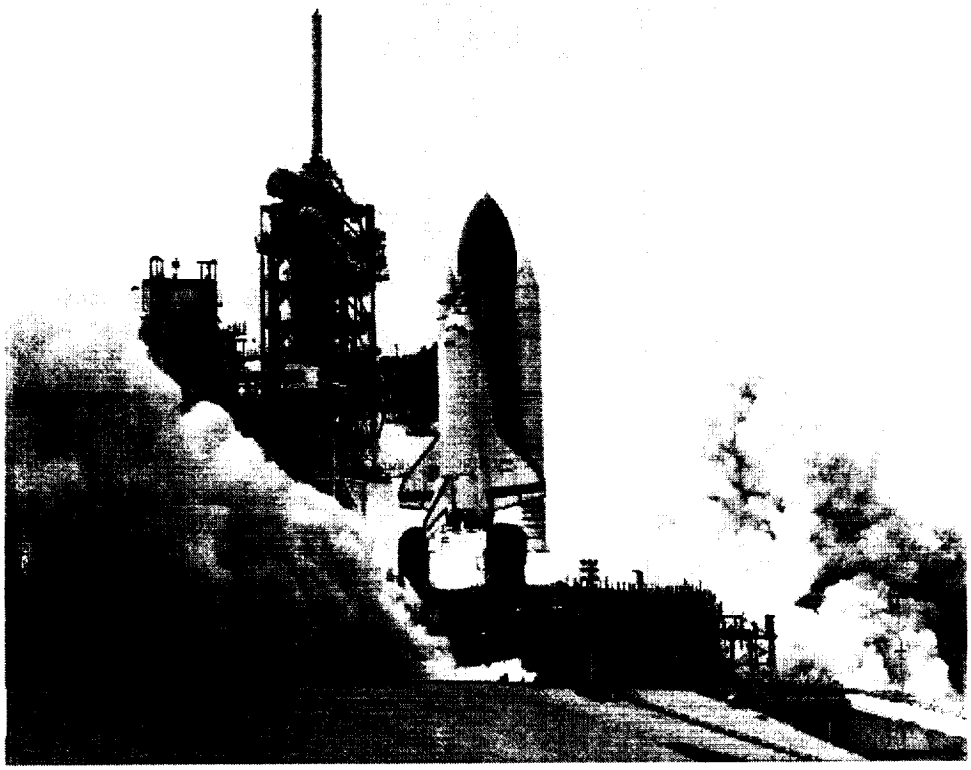
Раздел	Название таблицы/рисунка	№ таблицы/ рисунка	№ страницы
1.0	Структура рабочих групп (РГ) на Фазе 1	1.1	5-6
2.0	Объединенный график полетов НАСА/Мир	2.1	16-20
	Даты и перечень продолжительных полетов американских астронавтов на борту ОС Мир	2.2	21
	Даты и перечень полетов в ходе Фазы 1	2.3	22-25
	СОВМЕСТНЫЕ ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ДЛЯ ДОК. 0002 (МАТРИЦА)	2.4	30-32
	ДЛИТЕЛЬНЫЕ ПОЛЕТЫ		
3.0	Таблица переноса воды на Мир	3.1	52
	Данные по наддуву ОС Мир	3.2	54
4.0	Данные по грузопотоку на станцию "Мир" на кораблях "Шаттл"	4.1	64
	Доставленные российские грузы на STS-71	4.2	65
	Возвращенные российские грузы на STS-71	4.3	66
	Доставленные российские грузы на STS-74	4.4	67
	Возвращенные российские грузы на STS-74	4.5	68
	Доставленные российские грузы на STS-76	4.6	69
	Возвращенные российские грузы на STS-76	4.7	70
	Доставленные российские грузы на STS-79	4.8	71
	Возвращенные российские грузы на STS-79	4.9	72
	Возвращенное индивидуальное оборудование американского астронавта НАСА 2 (Шэннон Люсид)	4.10	73
	Доставленные российские грузы на STS-81	4.11	74
	Возвращенные российские грузы на STS-81	4.12	75
	Возвращенное индивидуальное оборудование американского астронавта НАСА 3 (Джон Блаха)	4.13	76
	Доставленное российское оборудование на STS-84	4.14	77
	Возвращенное российское оборудование на STS-84	4.15	78
	Возвращенное индивидуальное оборудование американских астронавтов НАСА 3 и НАСА 4 (Джерри Линенджер)	4.16	79
	Доставленное российское оборудование на STS-86	4.17	80-81
	Возвращенное российское оборудование на STS-86	4.18	82
	Возвращенное индивидуальное оборудование американского астронавта НАСА 5 (Майкл Фоэл)	4.19	83
	Доставленное российское оборудование на STS-89	4.20	84
	Возвращенное российское оборудование на STS-89	4.21	85
	Возвращенное российское индивидуальное оборудование американского астронавта НАСА 6 (Дэвид Вулф)	4.22	86
	Доставленные российские грузы на STS-91	4.23	87
	Возвращенные российские грузы на STS-91	4.24	88
	Возвращенное индивидуальное оборудование американского астронавта НАСА 7 (Эндрю Томас)	4.25	89
	Массовая сводка по транспортировке компонентов российского материально-технического обеспечения (МТО) станции "Мир" на корабле "Шаттл"	4.26	90
6.0	Структура документации совместной рабочей группы по безопасности	6.1	142
7.0	Документация рабочей группы по обмену и подготовке экипажей	7.1	150-151

(ПРОДОЛЖЕНИЕ)

	Смена астронавтов на ОС Мир	7.2	155
	Объем и сроки подготовки	7.3	156
	Объем подготовки в группе для американских астронавтов	7.4	157
	Объем подготовки в составе экипажа для американских астронавтов	7.5	158-159
	Суммарное количество часов по типовой программе подготовки	7.6	162
	Практические занятия и занятия по изучению бортовой документации, техническому состоянию ОК, структуре и функционированию групп ГОГУ, программе полета.	7.7	164
	Комплексные тренировки	7.8	164
	Подготовка космонавтов по Шаттлу	7.9	166
	Выходы в открытый космос астронавтов НАСА, которые входили в российско-американские экипажи	7.10	176
8.0	Выходы в открытый космос во время полетов Шаттл/Мир в связке	8.1	191-192
9.0	Сроки и объем подготовки астронавтов НАСА	9.1	210
	Перечень и объем медицинского контроля за астронавтами НАСА (в часах)	9.2	211
	Перечень мероприятий и объем подготовки астронавтов к факторам космического полета (в часах)	9.3	211
	Подготовка по медико-биологическому разделу программы полета (в часах)	9.4	212
	Техническая подготовка астронавтов НАСА (в часах)	9.5	212
	Физическая подготовка астронавтов (в часах)	9.6	213
	Общие сведения по итогам медицинского обеспечения полетов совместных экипажей на ОС "Мир" по программе 1-й Фазы проекта "Мир-НАСА" (НАСА 1-7)	Прил. 1	214-215
	Вклад российской и американской сторон в медицинскую программу Фазы 1	Прил. 2	216
	Исследования по программе SMP. Мир-18/НАСА-1	Прил. 3	217-218
	Исследования по программе SMP. Мир-21/НАСА-2	Прил. 4	219
	Исследования по программе SMP. Мир-22/НАСА-3	Прил. 5	220
	Исследования по программе SMP. Мир-23/НАСА-4	Прил. 6	221-222
	Исследования по программе SMP. Мир-23/НАСА-5	Прил. 7	223-224
	Исследования по программе SMP. Мир-24/НАСА-6	Прил. 8	225-226
	Исследования по программе SMP. Мир-25/НАСА-7	Прил. 9	227-228
	Справка по психологическому обеспечению полетов американских астронавтов на ОК "МИР" Программа МИР-НАСА	Прил. 10	229
10.0	Выходы в открытый космос с ОС Мир	10.1	236
11.0	Количество долгосрочных научных исследований, распределенных по научным дисциплинам:	11.1	250
	Перечень экспериментов с указанием ведущих исследователей по Фазе1	11.2	255-259
	Таблица исследований, проводимых во время экспедиций Фазы 1	11.3	260-263
	Послеполетные отчеты по Фазе 1	11.4	264-278
	Перечень рецензируемых публикаций по программе Фазы 1	11.5	279-280
	Доклады на симпозиуме по Фазе 1	11.6	281-284
13.0	Заимствуемый для МКС опыт российско-американского сотрудничества по Программе “МИР-НАСА”	13.1	295



Орбитальный комплекс Мир - вид из иллюминатора ОК Шаттл "Атлантис" во время полета STS-86



Запуск ОК Шаттл “Атлантис” STS-71

Раздел 1 - Введение

Авторы:

Павел Михайлович Воробьев. Сопредседатель подгруппы по планированию грузопотоков

Линда Гэвин. Технический помощник Директора Программы Фазы 1

1. Самым большим достижением Программы Фазы 1 было возросшее доверие и взаимопонимание между Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) и Российским космическим агентством (РКА). Программа Фазы 1 претерпела многочисленные изменения по сравнению с первоначальным планом, включая множество нештатных ситуаций и несколько аварийных. В конце Программы способность руководства и рабочих групп работать вместе, а также поддерживать друг друга во всех серьезных испытаниях достигла такого уровня, который был невозможен во времена «холодной войны» или даже 6 лет назад в начале Фазы 1. Отчет содержит краткое описание работ по программам "Мир-Шаттл" и "Мир-НАСА", основные достижения в ходе выполнения программ, а также уроки и рекомендации для работ по Международной космической станции (МКС).

1.1. Как начиналась Программа Фазы 1

17 июня 1992 года, в Вашингтоне, президент США Джордж Буш и президент Российской Федерации Борис Ельцин подписали «Соглашение между Соединенными Штатами Америки и Российской Федерацией о сотрудничестве в деле изучения и освоения космического пространства в мирных целях». В этом соглашении было указано, что одна из областей совместной деятельности будет включать «Полеты КК Шаттл и экспедиции на ОС Мир с участием американских астронавтов и российских космонавтов». Во время Вашингтонской встречи главы обоих государств договорились: о полете (ах) российских космонавтов на КК Шаттл в 1993 году и о продолжительном полете американского астронавта на ОС Мир в 1994 году, а также о полетах КК Шаттл со стыковкой с ОС Мир в 1995 году. Это было начало Программы Фазы 1 (Мир/Шаттл).

5 октября 1992 года, в Москве, Администратор НАСА Дэниел Голдин и Генеральный директор РКА Юрий Коптев подписали документ «Реализация соглашения между Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства США и Российским космическим агентством Российской Федерации по сотрудничеству в осуществлении пилотируемых космических полетов». В этом соглашении содержалось подробное описание дальнейшей совместной деятельности, включающее: полет российского космонавта на STS-60 в качестве специалиста полета; старт американского астронавта на КК Союз, пребывание его на ОС Мир более 90 дней и возвращение на Землю на КК Шаттл; замена российских космонавтов с использованием того же полета КК Шаттл, что и для возвращения американского астронавта; оценка возможности контракта с НПО Энергия по разработке андрогинного периферийного агрегата стыковки (АПАС) для использования его на КК Шаттл. Эта программа получила название "Мир-Шаттл".

В дальнейшем американская сторона предложила расширить программу совместных работ: провести до 10 стыковок корабля "Шаттл" со станцией "Мир", увеличить время пребывания американских астронавтов на станции "Мир" до двух лет и доставить до 2 тонн американской научной аппаратуры на российских модулях "Спектр" и "Природа". Предполагались отдельные полеты американских астронавтов на борту станции "Мир" длительностью до полугода. В июне 1994 г. на эти работы между РКА и НАСА был заключен контракт. В отличие от программы "Мир-Шаттл" эта программа получила название "Мир-НАСА". Работы, проводимые по программам "Мир-Шаттл" и "Мир-НАСА" рассматриваются как Фаза 1 по подготовке к созданию Международной космической станции.

Вначале Томми Холлоуэй в Космическом центре им. Джонсона и Валерий Рюмин в НПО-Энергия возглавили Программу Фазы 1 по обеим сторонам Океана. Для подготовки организационно-технической документации и осуществления программ полетов были созданы рабочие группы из специалистов РКК "Энергия", НАСА, РКА, Института медико-биологических проблем (ИМБП), Центра подготовки космонавтов им. Ю. Гагарина (ЦПКГ) и других организаций и фирм.

В НАСА Программа Фазы 1 официально приобрела статус самостоятельной Программы 6 октября 1994 года, когда помощник администратора НАСА по космическим полетам Джереми Пирсон III подписал письмо об установлении статуса Программы Фазы 1 и официально назначил Томми Холлоуэя руководителем Программы. В плане Программы говорилось:
«Программа Фазы 1 представляет собой фундамент для приобретения опыта и технической квалификации, необходимых для Международной космической станции. Программа приведет к тесному сотрудничеству между США и Россией, являясь одной из значительных совместных программ, которая даст возможность использовать потенциал обеих стран.»

В августе 1995 года Фрэнк Калбертсон был назначен директором Программы Фазы 1 и продолжал занимать эту позицию в ходе реализации Программы.

1.2. Цели программы и структура рабочих групп

Программа Фазы 1 явилась первым шагом на пути построения Международной космической станции (МКС). Эта программа открыла для специалистов НАСА возможность учиться на опыте российских коллег строительству и обслуживанию космической станции, а также дала возможность космическим программам обеих стран применить свой накопленный опыт при разработке и реализации планов строительства МКС.

Четыре главные цели Программы Фазы 1:

1. Научиться работать вместе с международными партнерами
2. Уменьшить риск при разработке и сборке космической станции
3. Специалистам НАСА приобрести опыт работы во время продолжительных полетов
4. Выполнить научные Программы по изучению микрогравитации, медико-биологическим исследованиям и исследованиям окружающей среды.

Для реализации этих задач была разработана структура совместных рабочих групп. Эта структура разделила планирование и выполнение задач полета на 9 различных областей. Каждая сторона назначила сопредседателя для каждой рабочей группы, который отвечал за соответствующую область деятельности. Эти сопредседатели проводили совместные совещания (часто они представляли собой еженедельные телеконференции) и были вправе подписывать протоколы, в которых отражались соглашения, достигнутые во время совещания по данной области. В таблице 1.1 представлен список рабочих групп, сферы их ответственности и имена сопредседателей каждой группы.

Структура рабочих групп (РГ) на Фазе 1

Таблица 1.1

Рабочая группа (РГ) Номер и название	**Сфера ответственности**	**Председатель с российской стороны (для большинства программ)**	**Председатель со стороны НАСА (для большинства программ)**
РГ-0 Нулевая группа по руководству Программой	Техническое руководство всей деятельностью по Программе Фазы 1; координация деятельности рабочих групп.	Технический директор (РКК-Э) Валерий Викторович Рюмин	Руководитель программы Фрэнк Л. Калбертсон, Мл.
	Координация работы РКА и НАСА.	Технический директор (РКА) Борис Дмитриевич Остроумов	Заместитель руководителя Программы Джеймс Э. Ван Лаак
	Ведение и контроль документации, стандартов на документацию и взаимодействие.	Заместитель технического директора (РКА) Александр Григорьевич Ботвинко	Директор по вопросам контракта Джеймс Р. Найс
		Председатель РГ-0 по вопросам тренировок экипажа (Центр подготовки космонавтов им. Гагарина) Юрий Николаевич Глазков	
	Координация совместного графика работ по Фазе 1	Координатор по вопросам выполнения требований (РКК-Э) Анатолий Васильевич Ломанов	Координатор по вопросам выполнения требований Кэти Лири

(Продолжение)

Рабочая группа (РГ) Номер и название	**Сфера ответственности**	**Председатель с российской стороны (для большинства программ)**	**Председатель со стороны НАСА (для большинства программ)**
РГ-0 Подгруппа по планированию грузопотоков	Совместная разработка манифестов, планирование грузопотока по программе Мир-НАСА. Доставка грузов на станцию кораблем Шаттл.	Сопредседатель (РКК-Э) Павел Михайлович Воробьев	Сопредседатель Шэрон Касл
РГ-1 Рабочая группа по связям с общественностью	Планирование, координация и осуществление всех мероприятий по связям с общественностью.	Сопредседатель (ЦУП-М) Валерий А. Удалой	Сопредседатель (Штаб-квартира) Дебра Ран
РГ-2 Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности (JSAWG)	Оценка требований по обеспечению безопасности в рамках Программы Шаттл/Мир, анализ нештатных ситуаций, рассмотрение безопасности грузов	Сопредседатель (РКК-Э) Борис Иванович Сотников	Сопредседатель Гэри У. Джонсон Нэнси Л. Стейсслингер
РГ-3 Рабочая группа по полетным операциям и интеграции систем	Разработка программы полета, рабочих графиков для экипажа и требований по управлению, взаимодействию и интеграции систем. Проведение аналитической интеграции и анализа операций.	Сопредседатель (РКК-Э) Ведущий руководитель полетов на ОС Мир Владимир Алексеевич Соловьев Заместитель ведущего руководителя полетов на ОС Мир (РКК-Э)	Сопредседатель по операциям на Шаттле Филип Л. Энгелоф Сопредседатель по интеграции на Шаттле Джордж Сандарс

(Продолжение)

Рабочая группа (РГ) Номер и название	**Сфера ответственности**	**Председатель с российской стороны (для большинства программ)**	**Председатель со стороны НАСА (для большинства программ)**
		Виктор Дмитриевич Благов Заместитель председателя РГ-0 по интеграции на ОС Мир (РКК-Э) Юрий Павлович Антошечкин	
РГ-4 Рабочая группа по научной программе полетов	Разработка научных программ и экспериментов, а также требований к научному оборудованию.	Сопредседатель (РКК-Э) Олег Николаевич Лебедев	Сопредседатель Джон Юри
РГ-5 Рабочая группа по обмену и подготовке экипажей	Разработка требований к обязанностям, программам, графикам и тренировкам экипажа.	Сопредседатель (РКК-Э) Александр Павлович Александров Сопредседатель (ЦПКГ) Юрий Петрович Каргаполов	Сопредседатель Уильям Ч. Браун Представитель экипажа Шэннон Люсид
РГ-6 Рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир	Координация интеграции оборудования, проведения тренировок и операций с оборудованием НАСА на российских кораблях, для автономных операций ОС Мир (без участия Шаттла).	Сопредседатель (РКК-Э) Олег Николаевич Лебедев	Сопредседатель Рик Найгрен

(Продолжение)

Рабочая группа (РГ) Номер и название	**Сфера ответственности**	**Председатель с российской стороны (для большинства программ)**	**Председатель со стороны НАСА (для большинства программ)**
РГ-7 Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)	Определение требований к проведению ВКД и оборудования, необходимого для обеспечения ВКД.	Сопредседатель Александр Павлович Александров	Сопредседатель Ричард Фуллертон
РГ-8 Рабочая группа по медицинским операциям	Определение требований к системе медицинского обслуживания в целях обеспечения здоровья астронавтов и космонавтов, участвующих в совместных полетах.	Сопредседатель Валерий Васильевич Богомолов (ИМБП) Сопредседатель (ЦПКГ) Валерий Васильевич Моргун	Сопредседатель Роджер Биллика Сопредседатель Том Маршбурн

Астронавт Роберт Гибсон и космонавт Владимир Дежуров в дружеском рукопожатии (полет STS-71)

Космонавт STS-60 Сергей Крикалев

Раздел 2 - Описание программы

Авторы:

Павел Михайлович Воробьев, Сопредседатель подгруппы по планированию грузопотоков

Диэнна Думеснил, Сопредседатель подгруппы по планированию грузопотоков
Линди Фортенберри, сотрудник отдела Директора Программы Фазы 1
Линда Гэвин, Технический помощник Директора Программы Фазы 1

Члены рабочей группы и лица, принимавшие участие в составлении раздела:

Геннадий Сизенцев, подгруппа по планированию грузопотоков
Анатолий Ломанов, координатор по вопросам выполнения требований (РКК-Э)

Кэти Лири, координатор по вопросам выполнения требований

2.1. Описание программ "Мир-Шаттл" и "Мир-НАСА"

Формирование программы станции "Мир" на 1994÷98г проводилось с учетом следующего содержания программ "Мир-Шаттл" и "Мир-НАСА".

2.1.1. Содержание программ "Мир-Шаттл" и "Мир-НАСА"

2.1.1.1. Программа "Мир-Шаттл" включает в себя :

- Два автономных полета (без стыковки с ОС "Мир") российских космонавтов на Шаттле (STS-60, STS-63).
- Полет американского астронавта на корабле "СоюзТМ-21" (?70), его работу на ОС "Мир" в течение трех месяцев и возвращение на корабле Шаттл (STS-71) - экспедиция НАСА-1.
- Работу американского астронавта на американской научной аппаратуре, доставленной на модуле "Спектр".
- Полет двух российских космонавтов на корабле Шаттл (STS-71) для замены летающих на станции "Мир".
- Возвращение с ОС "Мир" на Землю двух российских космонавтов на корабле Шаттл (STS-71).
- Проведение краткосрочной американской экспедиции на ОС "Мир" (STS-71).

2.1.1.2. В рамки программы "Мир-НАСА" вошло:

- Восемь стыковок корабля Шаттл с ОС "Мир".
- Шесть длительных экспедиций американских астронавтов на ОС "Мир" (со сроком пребывания на ОС от 123 до 184 суток и общим сроком пребывания на ОС 831 суток или 2,28 года).
- Восемь краткосрочных экспедиций американских астронавтов на ОС "Мир" (3-6 суток).
- Разработка российской стороной специального стыковочного отсека (СО) и доставка его кораблем Шаттл на ОС "Мир" (STS-74) для исключения перевода модуля "Кристалл" с бокового агрегата на осевой перед каждой стыковкой корабля Шаттл.
- Доставка американской научной аппаратуры на модулях "Спектр" и "Природа".

- Установка дополнительных солнечных батарей на модуле "Спектр" для обеспечения энергопотребления американской научной аппаратуры.
- Доставка Шаттлом (STS-74) двух дополнительных солнечных батарей для модуля "Квант", одна из которых была укомплектована американскими фотоэлектрическими преобразователями.
- Работы по продлению ресурса бортовых систем ОС "Мир".

2.1.2. Общие принципы построения штатных программ "Мир-Шаттл", "Мир-НАСА"

При формировании штатной программы полета станции "Мир" в 1994÷98 гг. были учтены следующие основные принципы.

2.1.2.1. Все оборудование и элементы системы жизнеобеспечения (СОЖ), необходимые для полета американского астронавта по программе "Мир-Шаттл" (астронавта первой длительной экспедиции), доставляются на ОС кораблями "Прогресс М".

2.1.2.2. Первоначально устанавливаемое на ОС "Мир" американское оборудование, обеспечивающее работы по программам, доставляется на модулях "Спектр", "Природа" и кораблях "Прогресс".

2.1.2.3. По программе "Мир-НАСА" кораблями Шаттл доставляется оборудование и элементы СОЖ из расчета обеспечения длительного полета американских астронавтов НАСА2÷НАСА7.

2.1.2.4. Смена основных российских экипажей станции по программе "Мир-НАСА" осуществляется кораблями "Союз ТМ".

2.1.2.5. Смена американских астронавтов обеспечивается кораблями Шаттл.

2.1.2.6. Доставка оборудования и аппаратуры для продления ресурса и борьбы за живучесть ОС "Мир" обеспечивается кораблями Шаттл и "Прогресс".

2.1.2.7. Возвращение отработавшего американского научного оборудования и аппаратуры, а также возвращение российского оборудования и аппаратуры ОС, осуществляется кораблями Шаттл.

2.1.2.8. Удаление отходов со станции производится кораблями «Прогресс».

2.1.3. Мероприятия, обеспечивающие выполнение программ при нештатных ситуациях.

Программа полета станции "Мир" в 1994-98гг. предусматривала следующие мероприятия.

2.1.3.1. При задержке перед пуском Шаттла для обеспечения выхода из НШС предусматриваются необходимые запасы расходуемых компонентов в бортовых системах и двигательных установках станции "Мир" и запасы СОЖ на обеспечение полета до 40 суток .

2.1.3.2. При значительной задержке пусков кораблей "Союз ТМ", "Прогресс М" или Шаттл, или нестыковке модулей "Спектр" или "Природа" предусматривается пересмотр программ "Мир-Шаттл" и "Мир-НАСА".

2.1.3.3. В случае отмены старта или невозможности стыковки Шаттла (STS-71) астронавт возвращается на Землю вместе с основным экипажем на корабле "Союз ТМ". В дальнейших полетах астронавт может оставаться на борту ОС до следующей стыковки с Шаттлом. Обеспечение элементами СОЖ американского астронавта в этом случае осуществляется кораблями "Прогресс" по отдельному контракту.

2.1.3.4. В случае несостоявшейся стыковки Шаттла в запланированное время, предусматривается резерв времени на реализацию дополнительной попытки сближения и стыковки. Время переноса стыковки - до двух суток.

2.1.3.5. При нестыковке корабля "Союз ТМ" возможно прекращение программы пилотируемого полета.

2.1.3.6. НШС на Шаттле, которая может привести к потере способности корабля возвратить свой экипаж с орбиты на Землю или НШС, при которой не может произойти разделение корабля со станцией, считается нереальной.

2.1.3.7. В случае невозможности обеспечения ресурса корабля "Союз ТМ", находящегося в составе ОС "Мир", астронавт возвращается на Землю на "Союз ТМ" вместе с российским экипажем.

2.1.3.8. С целью использования благоприятных условий полета в связке для увеличения времени проведения совместных работ и парирования НШС в программе полета предусматриваются 1-2 резервных суток полета в связке "Мир-Шаттл" с обеспечением резервными запасами расходуемых материалов.

2.1.3.9. При невозможности управления связкой "Мир-Шаттл" кораблем Шаттл ориентацию связки обеспечивает ОС "Мир". При этом длительность совместного полета может быть уменьшена, исходя из запасов топлива на станции.

2.1.3.10. Для парирования НШС на борту ОС "Мир", связанной с выходом из строя оборудования или аппаратуры и ставящей под угрозу функционирование станции, имеется возможность экстренной загрузки корабля Шаттл на стартовой позиции за 40 часов до старта крупногабаритным грузом массой до 120 кг.

2.1.4. Реализация программ "Мир-Шаттл" и "Мир-НАСА"

2.1.4.1. Реализация программы "Мир-Шаттл" производилась в течение двух лет с февраля 1994г. по июль 1995г.

2.1.4.2. Реализация программы "Мир-НАСА" проводилась в течение трех лет с ноября 1995г. по июнь 1998г.

2.1.4.3. Конкретные сроки полетов кораблей, а также сроки работы российских и американских экипажей представлены в программе полета станции "Мир" (раздел 2.2).

2.2. Программа полета станции "Мир" в 1994-1998гг.

На графиках Программы полета станции "Мир", представленных на рис. 2.1, принято следующее обозначение:

- Длинные прямоугольники - пребывание на орбите кораблей "Союз ТМ" и "Прогресс М".
- Двузначные числа в прямоугольниках - номера изделий, присвоенные кораблям "Союз ТМ".
- Трехзначные числа в прямоугольниках - номера изделий, присвоенные кораблям "Прогресс М".
- Двузначные числа возле начала и окончания прямоугольников - даты старта и посадки кораблей "Союз ТМ" соответственно. Для кораблей "Прогресс М" даны только даты старта. Даты приведены по московскому времени.
- Буква В в кружке - внекорабельная деятельность (ВКД).
- ЭО-число (число) - номер российской основной экспедиции на ОС "Мир", в скобках - срок пребывания членов экипажа экспедиции на орбите в сутках.
- НАСА- число (число) - номер длительной американской экспедиции на ОС "Мир", в скобках - срок пребывания астронавта на орбите в сутках.
- КЭ - командир экипажа.
- БИ - бортинженер.
- КИ - космонавт-исследователь.
- Длинные линии - пребывание членов экипажа на орбите.
- Жирные стрелки, направленные вверх или вниз - старт или посадка кораблей Шаттл соответственно. Числа возле стрелок - даты старта и посадки по московскому времени. Числа в скобках - даты по хьюстонскому времени.
- Сдвоенные ромбы - стыковка и расстыковка кораблей Шаттл. Числа возле ромбов - даты стыковки и расстыковки соответственно.
- Жирные стрелки, направленные вверх, с жирным квадратом сбоку - старт и пристыковка к ОС "Мир" модулей "Спектр" и "Природа". Числа возле стрелки и квадрата - даты старта и пристыковки модулей соответственно.

2.3 Информация по совместным полетам Фазы 1

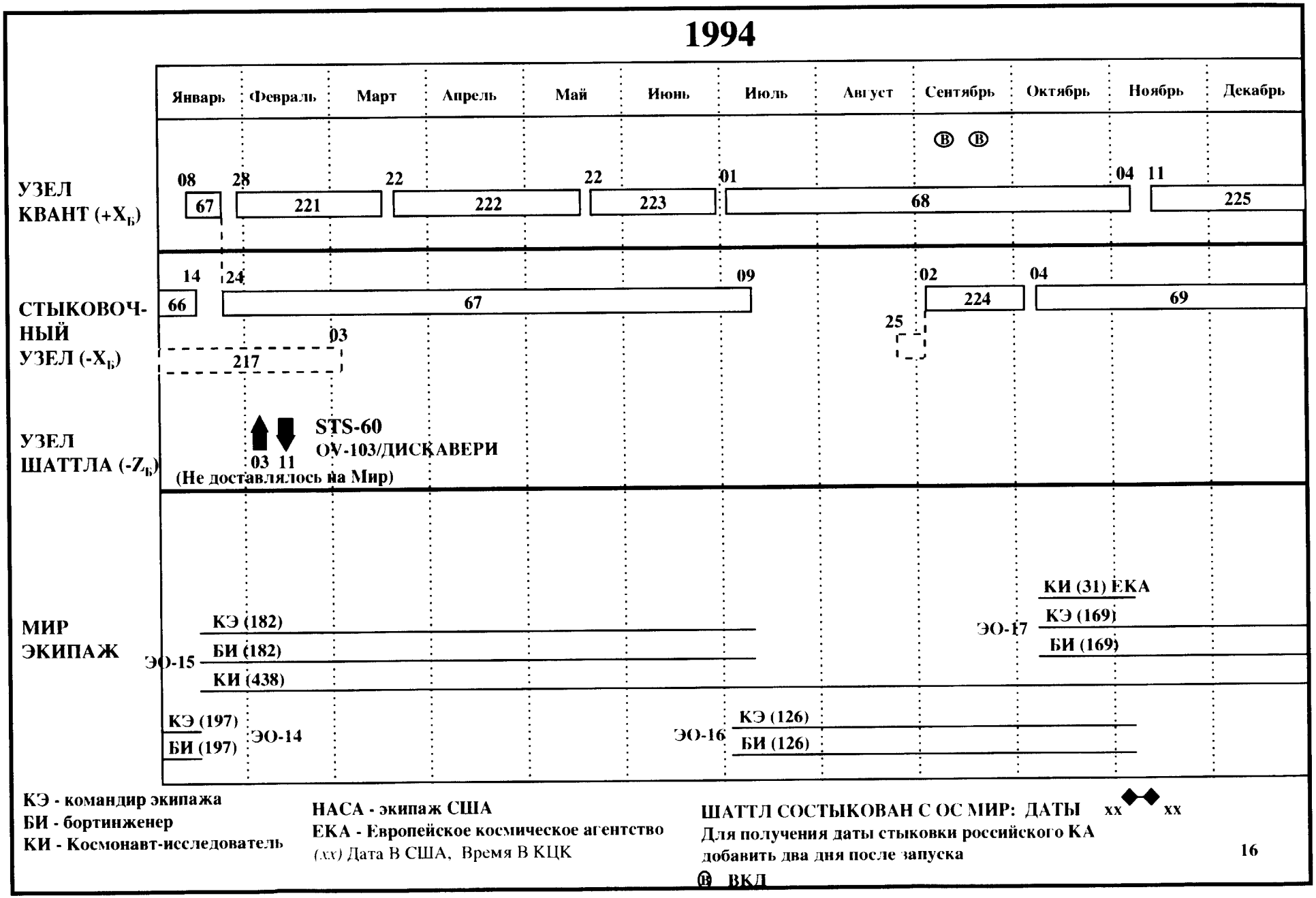
Сроки проведения и составы экипажей НАСА 1 - НАСА 7.

Сроки проведения и составы длительных американских экспедиций на ОС "Мир" в рамках программы "Мир-Шаттл" и "Мир-НАСА", а также сроки их совместной работы с основными российскими экспедициями представлены в таблицах 2.2 и 2.3.

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ГРАФИК ПОЛЕТОВ НАСА/МИР

Рис. 2.1

3 августа 1998 года



КЭ - командир экипажа
БИ - бортинженер
КИ - Космонавт-исследователь

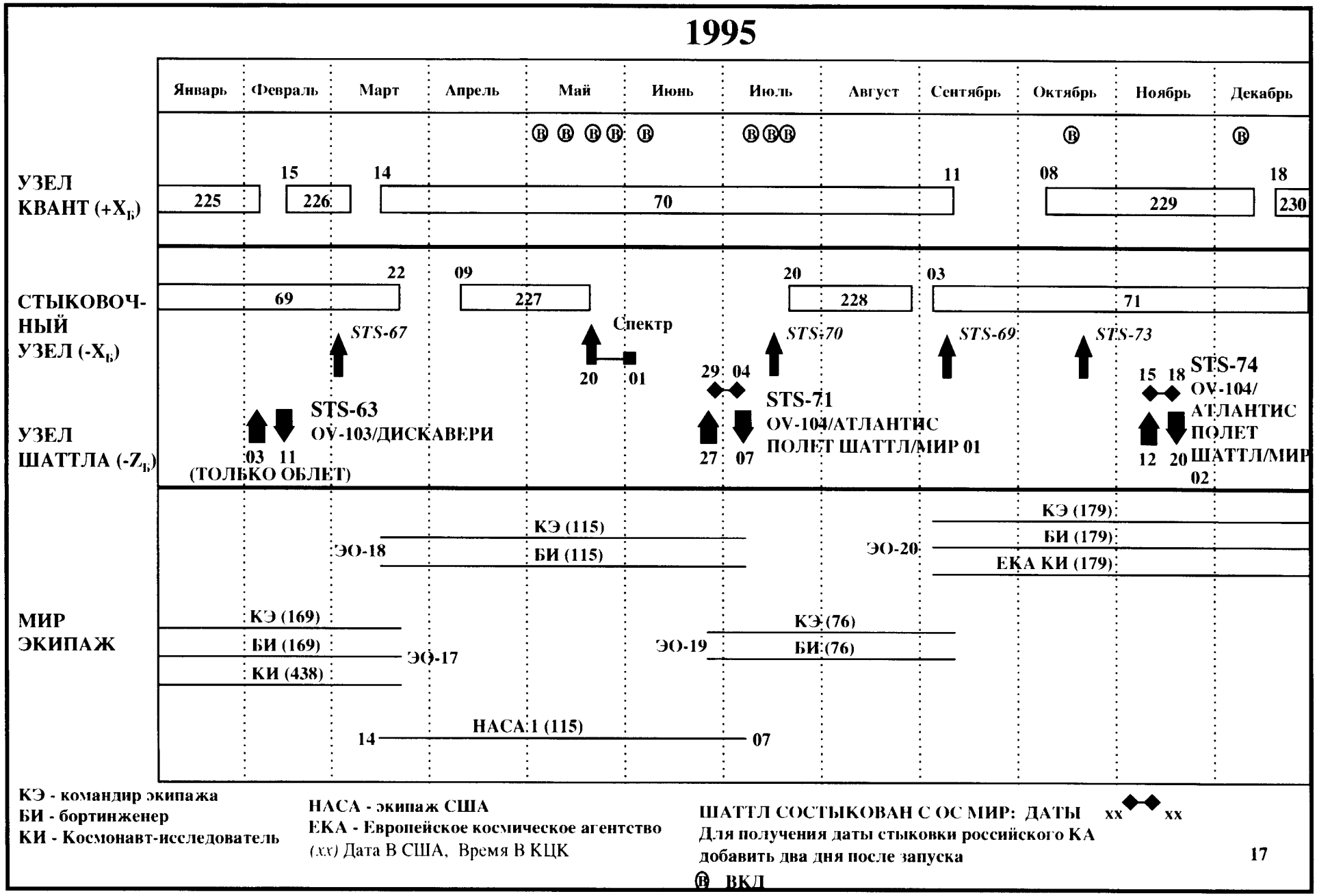
НАСА - экипаж США
ЕКА - Европейское космическое агентство
(*xx*) Дата В США, Время В КЦК

ШАТТЛ СОСТЫКОВАН С ОС МИР: ДАТЫ xx ◆◆ xx
Для получения даты стыковки российского КА добавить два дня после запуска
Ⓑ ВКД

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ГРАФИК ПОЛЕТОВ НАСА/МИР

Рис. 2.1 (продолж.)

3 августа 1998 года



КЭ - командир экипажа
БИ - бортинженер
КИ - Космонавт-исследователь

НАСА - экипаж США
ЕКА - Европейское космическое агентство
(xx) Дата В США, Время В КЦК

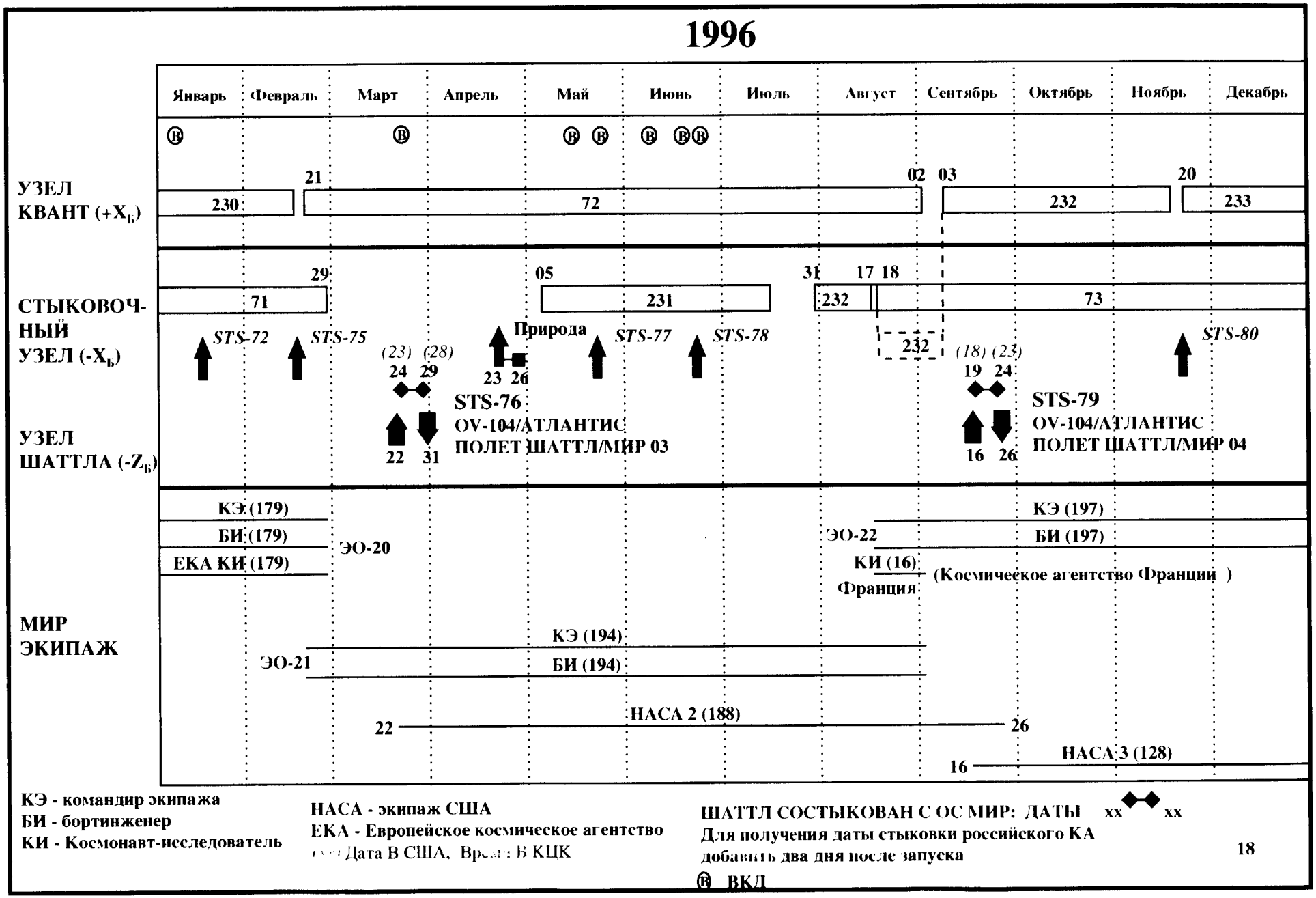
ШАТТЛ СОСТЫКОВАН С ОС МИР: ДАТЫ xx ◆ xx
Для получения даты стыковки российского КА добавить два дня после запуска

Ⓑ ВКД

Рис. 2.1 (продолж.)

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ГРАФИК ПОЛЕТОВ НАСА/МИР

3 августа 1998 года



КЭ - командир экипажа
БИ - бортинженер
КИ - Космонавт-исследователь

НАСА - экипаж США
ЕКА - Европейское космическое агентство
(xx) Дата В США, Время В КЦК

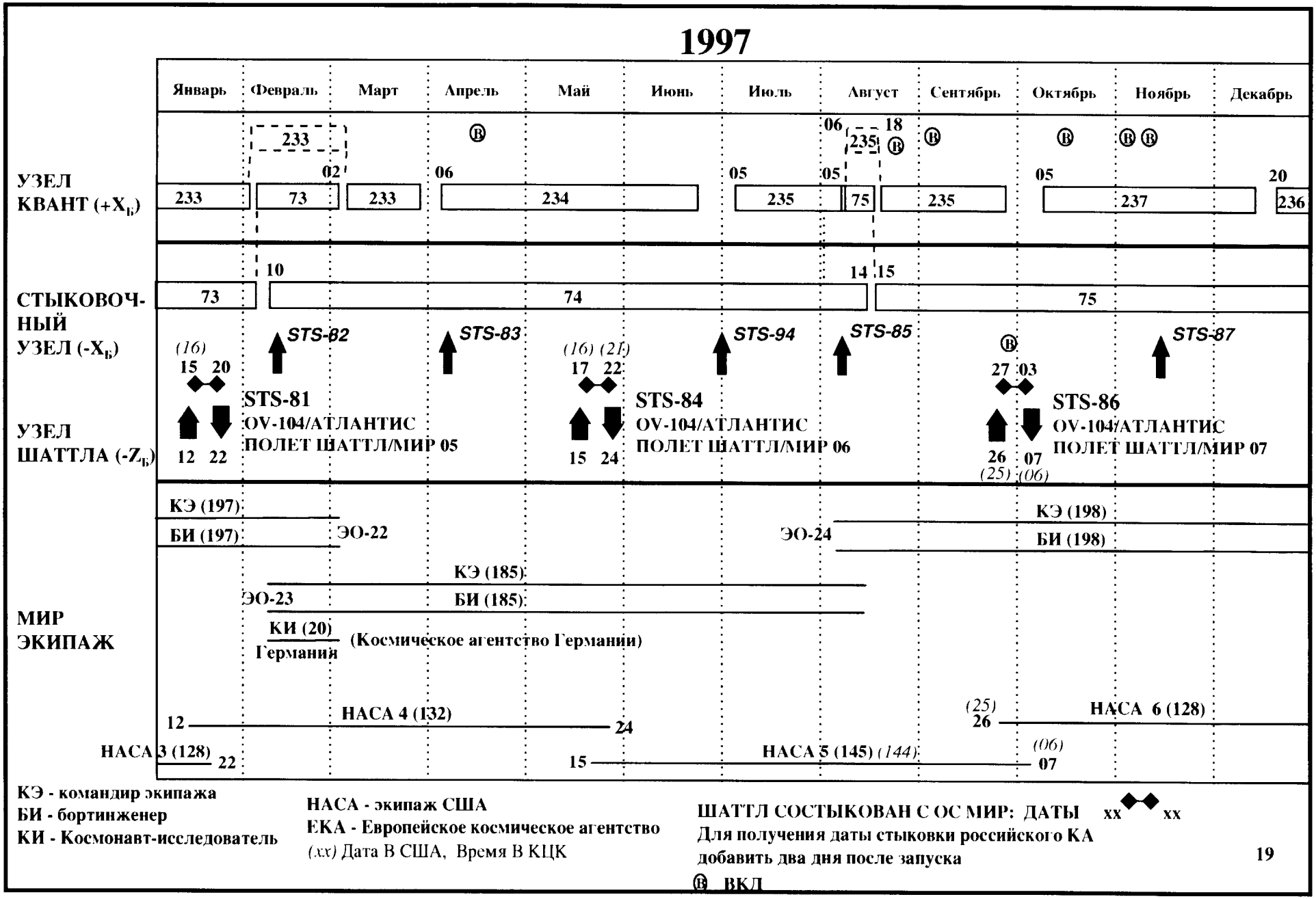
ШАТТЛ СОСТЫКОВАН С ОС МИР: ДАТЫ xx ◆◆ xx
Для получения даты стыковки российского КА добавить два дня после запуска

Ⓑ ВКД

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ГРАФИК ПОЛЕТОВ НАСА/МИР

Рис. 2.1 (продолж.)

3 августа 1998 года



КЭ - командир экипажа
БИ - бортинженер
КИ - Космонавт-исследователь

НАСА - экипаж США
ЕКА - Европейское космическое агентство
(xx) Дата В США, Время В КЦК

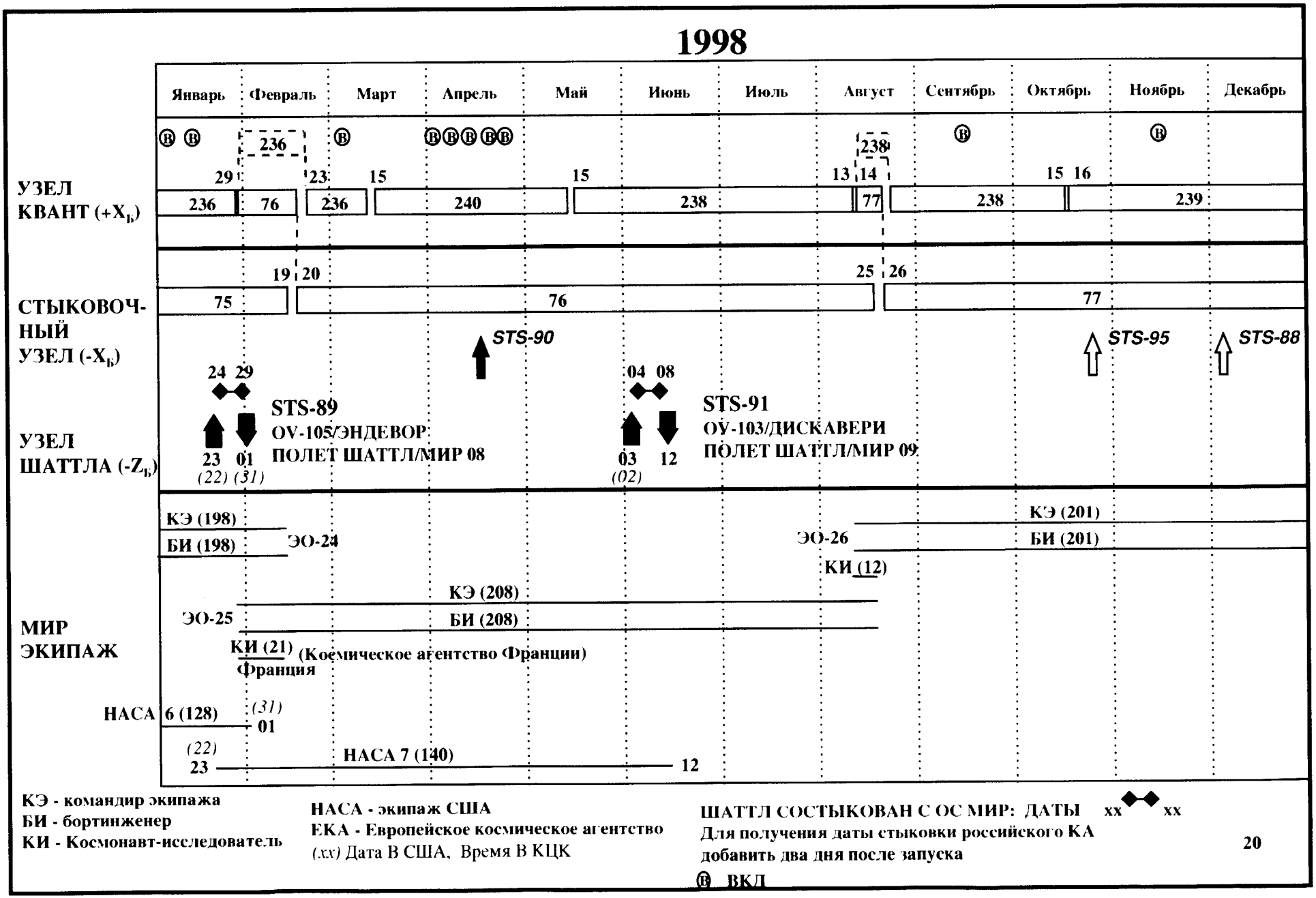
ШАТТЛ СОСТЫКОВАН С ОС МИР: ДАТЫ xx ◆◆ xx
Для получения даты стыковки российского КА добавить два дня после запуска

Ⓑ ВКД

Рис. 2.1 (продолж.)

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ГРАФИК ПОЛЕТОВ НАСА/МИР

3 августа 1998 года



КЭ - командир экипажа
БИ - бортинженер
КИ - Космонавт-исследователь

НАСА - экипаж США
ЕКА - Европейское космическое агентство
(xx) Дата В США, Время В КЦК

ШАТТЛ СОСТЫКОВАН С ОС МИР: ДАТЫ xx ◆◆ xx
Для получения даты стыковки российского КА добавить два дня после запуска
Ⓑ ВКЛ

Даты и перечень продолжительных полетов американских астронавтов на борту ОС Мир

Таблица 2.2

№ экспедиции НАСА, астронавт	Корабль доставки на ОС "Мир", дата старта	Корабль возврата на Землю, дата посадки	Пребывание на орбите, на станции, сутки	Российские основные экспедиции, экипажи ЭО	Даты совместной работы экспедиций ЭО и НАСА на ОС "Мир"
НАСА 1 Норман Тагард	"Союз-70" 14.03.95 г.	STS-71 07.07.95 г.	115 111	ЭО-18 Дежуров В.Н. Стрекалов Г.М.	16.03.95 г. - 4.07.95 г.
НАСА 2 Люсид Шэннон	STS-76 22.03.96 г.	STS-79 26.09.96 г.	188 184	ЭО-21 Онуфриенко Ю.Н. Усачев Ю.В.	24.03.96 г. - 19.08.96
				ЭО-22 Корзун В.Г. Калери А.Ю. CNES Клод ДеЭ	19.08.96 г. - 19.09.96 г. 19.08.96 г. - 2.09.96 г.
НАСА 3 Джон Блаха	STS-79 16.09.96 г.	STS-81 22.01.97 г.	128 123	ЭО-22 Корзун В.Г. Калери А.Ю.	19.09.96 г. - 15.01.97 г.
НАСА 4 Джерри Линенджер	STS-81 12.01.97 г.	STS-84 24.05.97 г.	132 127	ЭО-22 Корзун В.Г. Калери А.Ю.	15.01.97 г. - 12.02.97 г.
				ЭО-23 Циблиев В.В. Лазуткин А.И. DARA Рейнхольд Эвальд	12.02.97 г. - 17.05.97 г. 12.02.97 г. - 2.03.97 г.
НАСА 5 Майкл Фоэл	STS-84 15.05.97 г.	STS-86 07.10.97 г.	144 138	ЭО-23 Циблиев В.В. Лазуткин А.И.	17.05.97 г. - 07.08.97 г.
				ЭО-24 Соловьев А.Я. Виноградов П.В.	07.08.97 г. - 27.09.97 г.
НАСА 6 Дэвид Вулф	STS-86 26.09.97 г.	STS-89 01.02.98 г.	128 124	ЭО-24 Соловьев А.Я. Виноградов П.В.	27.09.97 г. - 24.01.98 г.
НАСА 7 Эндрю Томас	STS-89 23.01.98 г.	STS-91 12.06.98 г.	140 135	ЭО-24 Соловьев А.Я. Виноградов П.В.	24.01.98 г. - 31.01.98 г.
				ЭО-25 Мусабаев Т.А. Бударин Н.М. CNES Леопольд Эйхартс	31.01.98 г. - 08.06.98 г. 31.01.98 г. - 19.02.98 г.

Σ 975 суток = 2,67 года - суммарное время пребывания американских астронавтов на орбите (время от старта до посадки).

Σ 942 суток = 2,58 года - суммарное время пребывания астронавтов на станции "Мир".

Даты и перечень полетов в ходе Фазы 1

Таблица 2.3

ПОЛЕТ	НАЧАЛО ПОЛЕТА	ОКОНЧАНИЕ ПОЛЕТА	ЭКИПАЖ	ИНФОРМАЦИЯ О ПОЛЕТЕ
STS-60	Запуск STS-60: 3.02.94	Приземление STS-60: 11.02.94	КЭ: Чарли Болден Пилот: Кен Рейтлер MS: Фрэнклин Чанг-Диас MS: Джан Дэвис MS: Рон Сега MS: Сергей Крикалев	Крикалев - первый космонавт на Шаттле
STS-63	Запуск STS-63: 3.02.95	Приземление STS-63: 11.02.95	КЭ: Джим Уэзерби Пилот: Эйлин Коллинз MS: Джанис Восс MS: Бернард Хэррис MS: Майк Фоэл MS: Владимир Титов	Сближение с ОС Мир, космонавт Титов на Шаттле
Мир-18/ НАСА-1	Запуск Союз-70: 14.03.95	Приземление STS-71: 07.07.95	КЭ: Владимир Дежуров БИ: Геннадий Стрекалов НАСА 1: Норман Тагард	Первый астронавт США, стартовавший на российском корабле Союз: Первый астронавт США на ОС Мир
Спектр	Запуск Спектра: 20.05.95	Н/О	Непилотируемый	Доставка американского исследовательского оборудования
STS-71	Запуск STS-71: 27.06.95	Приземление STS-71: 07.07.95	КЭ: Роберт "Хут" Гибсон Пилот: Чарли Прикорт MS: Эллен Бэйкер MS: Грег Харбо MS: Бонни Данбар MS: Норман Тагард Космонавт: Анатолий Соловьев Космонавт: Николай Бударин Космонавт: Владимир Дежуров Космонавт: Геннадий Стрекалов	Первая стыковка Шаттл-Мир; экипаж космонавтов Мир-19 доставлен на ОС Мир; экипаж космонавтов Мир-18 Тагарда, Дежурова, Стрекалова вернулся на Землю; полет модуля Спейслэб. Соловьев, Бударин остаются на ОС Мир.
Мир-19	Запуск STS-71: 27.06.95	Приземление ТК Союз 70:11.09.95	КЭ: Анатолий Соловьев БИ: Николай Бударин	

(продолжение)

ПОЛЕТ	НАЧАЛО ПОЛЕТА	ОКОНЧАНИЕ ПОЛЕТА	ЭКИПАЖ	ИНФОРМАЦИЯ О ПОЛЕТЕ
STS-74	Запуск STS-74: 12.11.95	Приземление STS-74: 20.11.95	КЭ: Кеннет Камерон Пилот: Джеймс Халселл MS: Джерри Росс MS: Уильям Макартур MS: Крис Хадфилд	Вторая стыковка Шаттл-Мир; доставляются стыковочный отсек и 2 солнечных батареи (совместная и российская)
STS-76	Запуск STS-76: 22.03.96	Приземление STS-76: 31.03.96	КЭ: Кевин Чилтон Пилот: Ричард Сирфосс MS: Рич Клиффорд MS: Линда Годвин MS: Шэннон Люсид MS: Рон Сега	Третья стыковка Шаттл-Мир; первая ВКД во время операций по стыковке; Люсид доставлена на ОС Мир; первый полет Спейсхэб на ОС Мир
НАСА-2	Запуск STS-76: 22.03.96	Приземление STS-79: 26.09.96	НАСА-2: Шэннон Люсид	Пребывание на станции продлено примерно на 6 недель ввиду задержки запуска Шаттла
Природа	Запуск Природы: 23.04.96	Н/О	Непилотируемый	Доставка 1000 кг американского исследовательского оборудования
STS-79	Запуск STS-79: 16.09.96	Приземление STS-79: 26.09.96	КЭ: Билл Ридди Пилот: Терренс Уилкатт MS: Том Эйкерс MS: Джей Эпт MS: Карл Уолц MS: Джон Блаха MS: Шэннон Люсид	Блаха доставлен на ОС Мир; возвращение Люсид на Землю; первый двойной модуль Спейсхэб

(продолжение)

ПОЛЕТ	НАЧАЛО ПОЛЕТА	ОКОНЧАНИЕ ПОЛЕТА	ЭКИПАЖ	ИНФОРМАЦИЯ О ПОЛЕТЕ
НАСА-3	Запуск STS-79: 16.09.96	Приземление STS-81: 22.01.97	НАСА-3: Джон Блаха	
STS-81	Запуск STS-81: 12.01.97	Приземление STS-81: 22.01.97	КЭ: Майк Бэйкер Пилот: Брент Джетт MS: Джон Грунсфелд MS: Марша Айвинс MS: Питер "Джефф" Уайзофф MS: Джерри Линенджер MS: Джон Блаха	Линенджер доставлен на ОС Мир; возвращение Блахи на Землю; двойной модуль Спейсхэб и SAREX II
НАСА-4	Запуск STS-81: 12.01.97	Приземление STS-84: 24.05.97	НАСА-4: Джерри Линенджер	Линенджер выполняет ВКД в российском скафандре
STS-84	Запуск STS-84: 15.05.97	Приземление STS-84: 24.05.97	КЭ: Чарли Прикорт Пилот: Эйлин Коллинз MS: Карлос Норьега MS: Эдвард Лу MS: Майк Фоэл MS: Джерри Линенджер MS: Елена Кондакова ESA: Жан-Франсуа Клервуа	Фоэл доставлен на ОС Мир; возвращение Линенджера на Землю; Космонавт (Кондакова) на Шаттле; двойной модуль Спейсхэб; SAREX II-21
НАСА-5	Запуск STS-84: 15.05.97	Приземление STS-86: 06.10.97	НАСА-5: Майк Фоэл	
STS-86	Запуск STS-86: 25.09.97*	Приземление STS-86: 06.10.97*	КЭ: Джеймс Уэзерби Пилот: Майк Блумфилд MS: Венди Лоуренс MS: Скотт Паразински MS: Майк Фоэл MS: Дэвид Вулф Космонавт: Владимир Титов CNES: Жан Лу Кретьен	Вулф доставлен на ОС Мир; возвращение Фоэла на Землю; ВКД США; Космонавт (Титов) на Шаттле; двойной модуль Спейсхэб
НАСА-6	Запуск STS-86: 25.09.97	Приземление STS-89: 31.01.98	НАСА-6: Дэвид Вулф	

(продолжение)

ПОЛЕТ	НАЧАЛО ПОЛЕТА	ОКОНЧАНИЕ ПОЛЕТА	ЭКИПАЖ	ИНФОРМАЦИЯ О ПОЛЕТЕ
STS-89	Запуск STS-89: 22.01.98*	Приземление STS-89: 31.01.98*	КЭ: Терренс Уилкатт Пилот: Джо Фрэнк Эдвардс, Мл. MS: Бонни Данбар MS: Майкл Андерсон MS: Джеймс Рейли MS: Дэвид Вулф MS: Энди Томас Космонавт: Салижан Шарипов	Томас доставлен на ОС Мир; возвращение Вулфа на Землю; двойной модуль Спейсхэб, OV-105
НАСА-7	Запуск STS-89: 22.01.98	Приземление STS-91: 31.01.98	НАСА-7: Энди Томас	
STS-91	Запуск STS-91: 02.06.98*	Приземление STS-91: 12.06.98	КЭ: Чарли Прикорт Пилот: Доминик Падуил Гори MS: Венди Лоуренс MS: Фрэнклин Чанг-Диас MS: Джанет Каванди MS: Энди Томас Космонавт: Валерий Рюмин	Возвращение Томаса на Землю; одиночный модуль Спейсхэб, OV-103; ПН магнитный спектрометр Alpha

*Дата соответствует времени во Флориде.

2.3.1. Основные задачи полетов по программе "Мир-Шаттл"

2.3.1.1. Полет STS-60 ("Дискавери")

- Изучение методов предполетной подготовки астронавтов США.
- Отработка полетных операций первым российским космонавтом в качестве члена экипажа Шаттла.
- Выполнение научной программы.

2.3.1.2. Полет STS-63 ("Дискавери")

- Запуск Шаттла на орбиту с наклонением 51.6°.
- Сближение Шаттла с ОС "Мир' (без стыковки).
- Проверка голосовой связи между экипажами ОС Шаттл и ОС "Мир".
- Отработка взаимодействия Центров управления полетами.
- Изучение методов подготовки астронавтов США.
- Выполнение научной программы.

2.3.1.3. Полет "Союз ТМ-21" (№70)

- Изучение астронавтом методов подготовки российских космонавтов.
- Доставка первого астронавта США на станцию "Мир" на российском корабле "Союз ТМ".
- Отработка полетных операций астронавта США на корабле "Союз ТМ" и ОС "Мир" при длительном полете.
- Выполнение совместной научной программы.

2.3.1.4. Полет научного модуля "Спектр" и доставка в его составе:

- Американской научной аппаратуры по программе 'Мир-Шаттл" и "Мир-НАСА";
- Российской научной аппаратуры;
- Дополнительных СБ;

2.3.1.5. Полет STS-71 ("Атлантис')

- Стыковка и расстыковка Шаттла с модулем "Кристалл" станции "Мир", расположенным на осевом узле Базового блока.
- Смена российских экипажей ЭО-18 и ЭО-19 и возвращение астронавта США НАСА 1 на корабле Шаттл.
- Отработка взаимодействия Центров управления полетами.
- Выполнение научной программы.
- Доставка российских грузов.
- Доставка технической воды.
- Возвращение результатов экспериментов, отработавшего экспериментального оборудования и оборудования ОС, вышедшего из строя, для анализа и повторного использования.

2.3.2. Основные задачи полетов по программе "Мир-НАСА"

2.3.2.1. Полет STS-74 ("Атлантис")

- Стыковка с установленным на Шаттле стыковочным отсеком СО к модулю "Кристалл" ОС "Мир", установленному на боковом узле Базового блока.
- Доставка и установка на ОС "Мир" стыковочного отсека (СО) для обеспечения последующих стыковок Шаттла без перестыковки модуля "Кристалл".
- Доставка солнечных батарей (СБ) для замены СБ на модуле "Квант".
- Доставка расходных материалов и экспериментального оборудования.
- Возвращение результатов экспериментов, отработавшего экспериментального оборудования и оборудования ОС, вышедшего из строя, для анализа и повторного использования.

2.3.2.2. Полет STS-76 ("Атлантис")

- Стыковка Шаттла к СО, установленному на модуль "Кристалл" в полете STS-74.
- Доставка астронавта НАСА 2 на ОС "Мир".
- Доставка расходных материалов, экспериментального оборудования, возвращение результатов экспериментов.
- Выполнение совместной научной программы.
- ВКД. Выход американских астронавтов для установки научной аппаратуры на СО. (Первая работа американских астронавтов на поверхности станции "Мир").

2.3.2.3. Полет научного модуля "Природа" и доставка в его составе:

- американской научной аппаратуры по программе "Мир-НАСА"
- российской научной аппаратуры.

2.3.2.4. Полет STS-79 ("Атлантис")

- Первая пересменка астронавтов НАСА 2 и НАСА 3.
- Доставка расходных материалов и сменного оборудования .
- Срочная доставка двух блоков вакуумных клапанов (БВК) и блока продувки азотом (БПА).
- Выполнение совместной научной программы.
- Возвращение результатов экспериментов и отработавшего сменного оборудования.
- Динамические испытания связки "Мир-Шаттл" в интересах ОС.

2.3.2.5. Полет STS-81 ("Атлантис")

- Смена астронавтов НАСА 3 и НАСА 4.
- Материально-техническое обеспечение и доставка средств жизнеобеспечения экспедиций НАСА и ЭО, доставка научного оборудования.
- Выполнение совместной научной программы .
- Возврат результатов экспериментов и отработавшего сменного оборудования, в т.ч. для повторного использования.

2.3.2.6. Полет STS-84 ("Атлантис")

- Смена астронавтов НАСА 4 и НАСА 5.
- Материально-техническое обеспечение и доставка средств жизнеобеспечения экипажей экспедиций НАСА и ЭО, доставка научного оборудования.
- Экстренная доставка оборудования системы "Электрон".
- Выполнение совместной научной программы.
- Возврат результатов экспериментов, отработавшего оборудования и оборудования ОС, вышедшего из строя. (Наибольшее количество российских грузов)

2.3.2.7. Полет STS-86 ("Атлантис")

- Смена астронавтов НАСА 5 и НАСА 6.
- Материально-техническое обеспечение и доставка средств жизнеобеспечения экспедиции НАСА и ЭО, доставка научного оборудования
- Экстренная доставка оборудования для ремонта модуля «Спектр», переносного блока наддува (БНП) и компьютера "Салют-5".
- Выполнение совместной научной программы.
- Возврат результатов экспериментов, отработавшего оборудования и оборудования для анализа и повторного использования.
- ВКД. Первый совместный выход из корабля Шаттл. Снятие научной аппаратуры, установленной в полете STS-76 и закрепление на СО узла герметизации для ремонта модуля "Спектр".

2.3.2.8. Полет STS-89 ("Эндевор")

- Смена астронавтов НАСА 6 и НАСА 7.
- Материально-техническое обеспечение и доставка средств жизнеобеспечения экипажей, доставка научного оборудования.
- Экстренная доставка блока кондиционирования воздуха (БКВ-3), компрессорной установки БКВ-3 и ЦВУ «Салют-5» для восстановления систем ОС "Мир'.
- Выполнение совместной научной программы.
- Возврат результатов экспериментов, отработавшего оборудования и оборудования ОС, вышедшего из строя.

2.3.2.9. Полет STS-91("Дискавери")

- Возврат астронавта НАСА 7.
- Материально-техническое обеспечение и доставка средств жизнеобеспечения ЭО, доставка научного оборудования.
- Выполнение совместной научной программы.
- Возврат результатов экспериментов, отработавшего оборудования и оборудования ОС, вышедшего из строя.

2.3.2.10. Полеты транспортно-грузовых ОК "Прогресс" №№224, 226 ÷ 238, 240

- Материально-техническое обеспечение и техническое обслуживание ОС "Мир", доставка средств жизнеобеспечения экипажа и научного оборудования.
- Удаление отходов с ОС "Мир".

2.4 Основные совместные этапы подготовки полета ОК Шаттл

Взаимная координация работ между совместными рабочими группами по подготовке к каждому полету ОК ШАТТЛ осуществлялась в соответствии с представленными ниже в Табл. 2.4 "Основными совместными этапами", содержащимися в документе РГ-0/РКК Э/НАСА/0002. Начиная с полета STS-81, совместные этапы были представлены в виде графиков с указанием конкретных сроков их выполнения и ответственных исполнителей.

СОВМЕСТНЫЕ ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ДЛЯ ДОК. 0002 (матрица)

ДЛИТЕЛЬНЫЕ ПОЛЕТЫ

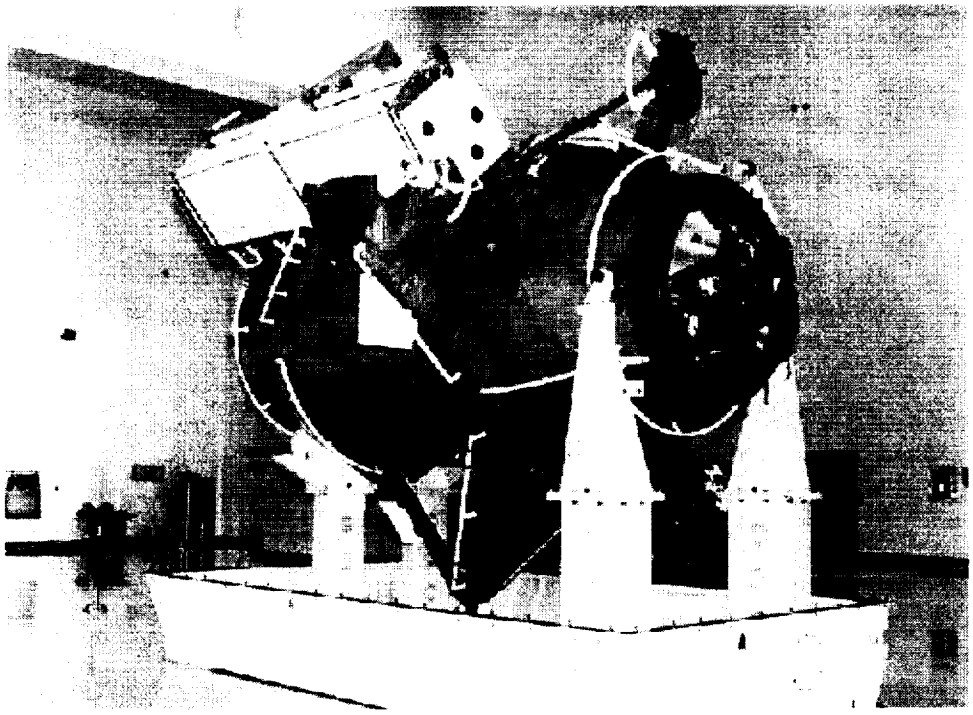
Таблица 2.4

1. Совместно	За 12 месяцев до пуска	Определить в док. 0002 совместные полетные операции / обязанности обеих сторон во время полета /на английском и русском языках/.
2. США	За 11 месяцев до пуска	Предварительные ГУЧи для нестандартного оборудования США /на английском языке/.
3. США (РГ-6)	За 11 месяцев до пуска (за 7 недель до первой тр-ки в США)	Доставка при необходимости в РКК-Э методик США для новых экспериментов США (для первой тренировочной сессии в США) /на английском и русском языках/.
4. Россия	За 10 месяцев до запуска (за 3 недели до первой тр-ки в США)	Доставка при необходимости в НАСА предварительной версии бортовых инструкций для нового американского оборудования /на русском языке/.
5. Россия	За 10 месяцев до пуска	Определить в док. 0005 грузы, требующие жесткого крепления (при выведении и возвращении) /на английском и русском языках/.
6. Совместно	За 9 месяцев до пуска	Начало первой тренировочной сессии в США.
7. США	За 9 месяцев до пуска	Доставка проекта документа по требованиям к интеграции полезной нагрузки (IPRD) в РКК-Э и ЦПКГ /на английском и русском языках/.
8. США	За 9 месяцев до пуска	Доставка габаритно-установочных чертежей (информация по базовой конфигурации) для нестандартного оборудования США /на английском языке/.
9. Совместно	За 8 месяцев до пуска	Основная редакция ICD по Спейсхэбу для жестко закрепляемых грузов /на английском и русском языках/.
10. США	За 8 месяцев до пуска	Поставка тренажерного оборудования в ЦПКГ для подготовки экипажей.
11. Совместно	За 8 месяцев до пуска	Выдача предварительного варианта совместных интеграционных документов /на английском и русском языках/.
12. США	За 8 месяцев до пуска	Доставка в РКК-Э базовой редакции документа 004 (декларации по запускаемому и возвращаемому оборудованию) /на английском языке/.
13. США	За 8 месяцев до пуска	Корректировка док. 0005 за счет включения предварительного списка всего оборудования США, указанного в док. 004 /на английском и русском языках/.
14. Совместно (РГ-3)	За 7 месяцев до пуска	Предварительный базовый вариант совместных полетных операций /на английском и русском языках/.
15. США (РГ-6)	За 7 месяцев до пуска	Доставка док. серии 100, EID, и черновых /на английском языке/.
16. Россия	За 7 месяцев до пуска	Начало подготовки экипажа в ЦПКГ.
17. Россия	За 7-6 месяцев до пуска	Определить в док. 0005 российские грузы, хранящиеся в мягкой упаковке /на английском и русском языках/.
18. США (РГ-6)	За 6 месяцев до пуска	Доставка предварительного (базового) варианта ORD /на английском языке/.
19. США (РГ-6)	За 6 месяцев до пуска	Доставка Ред-1 док. 004 (декларации запускаемого оборудования, возвращаемого и находящегося на орбите) /на английском языке/.
20. Россия	За 6 месяцев до пуска	Доставка документа по операциям (предварительная программа и циклограмма операций обслуживания) согласно пункту контракта ROP-2D /на русском языке/.
21. Россия	За 6 месяцев до пуска	Определить в док. 0007 полную конфигурацию нестандартного оборудования экспериментов /на английском языке/.

22. США	За 6 месяцев до пуска (за 7 недель до второй сессии тр-вок в США)	Доставка в РКК-Э методик проведения новых экспериментов США (для второй тренировочной сессии в США) /на английском и русском языках/.
23. Россия	За 6 месяцев до пуска	Предварительный вариант детального списка задач и оборудования ВКД (Ред. 02) /на английском и русском языках/.
24. Совместно	За 6 месяцев до пуска	Подписание предварительного варианта док.0005 по списку переносимого оборудования /на английском и русском языках/.
25. Россия	За 5 месяцев до пуска, за 3 недели до второй сессии тр-вок США	РКК-Э передает в НАСА бортовые инструкции /на английском языке/.
26. Россия	За 5 месяцев до пуска	Отработка в ЦПКГ методики по ВКД (Ред. 02) /на английском и русском языках/.
27. США	За 4 недели до ПСИ (Примерно за 5.5 месяцев до запуска)	Доставка документов серии 100 в РКК-Э /на английском и русском языках/.
28. Россия	За 4 месяца до пуска	Справка о реализуемости программы экспериментов /на английском и русском языках/.
29. США (PI-6)	За 4 месяца до пуска	Передача в РКК-Э циклограммы длительного полета /на английском языке/.
30. Совместно (РКК-Э/PI-6)	За 4 месяца до пуска	Начало второй тренировочной сессии в США.
31. США (PI-6)	За 3 месяца до пуска	Доставка окончательного варианта ORD /на английском и русском языках/.
32. Совместно	За 6-3 месяца до пуска	ПСИ в США летного оборудования.
33. Совместно	За 3-4 месяца до пуска	Основная редакция ICD по Спейсхэбу для российских грузов пассивного хранения и Приложения А /на английском и русском языках/.
34. Совместно	За 3 месяца до пуска	Подписание окончательного варианта док. 0005 по грузам, доставляемым на Мир /на английском и русском языках/.
35. Россия	За 4-3 месяца до пуска	Доставка Российской стороной жестко закрепляемого оборудования.
36. США	За 3 месяца до пуска	Поставка окончательных исправлений к бортовым инструкциям /на английском и русском языках/.
37. США	За 3 месяца до пуска	Передача заключительного списка всего научного оборудования док.004 /на английском языке/.
38. США	За 3 месяца до пуска	Подписание заключительной редакции документа по требованиям к интеграции полезной нагрузки (IPRD) /на английском и русском языках/.
39. Совместно	За 3 месяца до пуска	Подписание окончательного варианта совместного документа по полетным операциям /на английском и русском языках/.
40. Совместно	За 3 месяца до пуска	Подписание окончательного варианта детального перечня задач ВКД (Ред. 02) /на английском и русском языках/.
41. Россия	За 2,5 месяца до пуска	Доставка Российской стороной грузов мягкого хранения.
42. Россия	За 2 месяца до пуска	Окончательно определяются в док.0005 российские грузы, подлежащие возвращению /на английском и русском языках/.
43. Россия	За 2 месяца до пуска	Передача американской стороне сертификатов по безопасности российского оборудования, транспортируемого на Шаттле /на русском языке, а сертификаты 2 категории также на английском языке/.

44. США	За 2 месяца до пуска	Передача российской стороне сертификатов по безопасности оборудования НАСА, эксплуатируемого на Мире или транспортируемого на российских грузовых кораблях /на английском, а сертификаты 2 категории также на русском языке/.
45. США (РГ-6)	За 2 месяца до пуска	Доставка таблиц опасных материалов /на английском языке/.
46. США	За 2 месяца до пуска	Доставка окончательного варианта док. 004 (инвентарный список оборудования на станции Мир представляется за 3 месяца до пуска) /на английском языке/.
47. Россия	За 2 месяца до пуска	Доставка документов согласно пункту контракта ROP-2D (окончательный вариант циклограммы и окончательный вариант по операциям обслуживания) /на русском языке/.
48. Россия	За 2 месяца до пуска	Доставка окончательного варианта бортовых инструкций /на русском языке/.
49. Совместно	За 1.5-1 месяц до пуска	Все совместные рабочие группы подписывают сертификаты о готовности к полету /на английском и русском языках/.
50. Россия	За 1 месяц до пуска	Российская сторона доставляет грузы пассивного хранения.
51. Россия	За 1 месяц до пуска	Передача американской стороне сертификатов по безопасности личных вещей и посылок для экипажа (космонавтов) /на русском языке, а сертификатов 2 категории также на английском/.
52. США	За 1 месяц до пуска	Передача российской стороне сертификатов по безопасности личных вещей и посылок для экипажа (астронавтов) /на английском языке, а сертификатов 2 категории также на русском /.
53. США	За 1 месяц до пуска	Окончательная редакция ICD по Спейсхэбу. Макетирование полетной конфигурации российского груза /на английском и русском языках/.
54. США	За 1 месяц до пуска	Одобрение НАСА сертификатов по безопасности российских изделий, не являющихся личными вещами.
55. Россия	За 1 месяц до пуска	Одобрение РКК Э сертификатов по безопасности американских изделий, не являющихся личными вещами.
56. США	За 2 недели до пуска	Передача ИИД для последних изменений в док.0005 /на английском и русском языках/.
57. Россия	За 2 недели до пуска	РКК Энергия утверждает сертификаты по безопасности личных вещей и посылок для экипажа (астронавтов).
58. Совместно	За 2 недели до пуска	Входной контроль американского оборудования для Мира перед установкой на Шаттле.
59. США	За 2 недели до пуска	НАСА утверждает сертификаты по безопасности личных вещей и посылок для экипажа (астронавтов) /на английском и русском языках/.
60. США	2 недели после полета	Передача российской стороне согласно док. 0005 срочных возвращенных грузов, определенных в Приложении А.
61. США	4 недели после полета	Передача российской стороне всех оставшихся возвращенных грузов согласно док. 0005.
62. Совместно	1 месяц после полета	Выпуск совместного итогового отчета по транспортировке российских грузов.

Космонавт Валерий Рюмин и астронавт Фрэнклин Чанг-Диас в процессе тренировок



Стыковочный отсек, который был установлен на ОС Мир во время полета STS-74

Раздел 3 - Интеграция Шаттла с ОС Мир

Авторы:

Виктор Дмитриевич Благов, Заместитель Сопредседателя рабочей группы по полетным операциям и интеграции систем (операции)
Владимир Семячкин, Сопредседатель подгруппы управления ориентацией кораблей

Джордж Сандарс, Сопредседатель рабочей группы по полетным операциям и интеграции систем (интеграция)
Бобби Браун, Заместитель Сопредседателя рабочей группы по полетным операциям и интеграции систем (интеграция)

Члены рабочей группы и лица, принимавшие участие в составлении раздела:

Владимир Алексеевич Соловьев, Сопредседатель рабочей группы по полетным операциям и интеграции систем
Юрий Павлович Антошечкин, Заместитель Сопредседателя рабочей группы по полетным операциям и интеграции систем (интеграция)

Александр Борисенко, подгруппа управления ориентацией кораблей

Вячеслав Межин, подгруппа по динамике и конструкциям
Анатолий Пациора, подгруппа по динамике и конструкциям

Юрий Герасимов, подгруппа воздействия реактивных струй двигателей Шаттла

Евгений Белявский, подгруппа систем терморегулирования
Борис Македонов, подгруппа систем терморегулирования

Олег Гудков, подгруппа по системам жизнеобеспечения

Борис Рядинский, подгруппа систем связи
Игорь Фролов, подгруппа систем связи

Андрей Кочкин, подгруппа физических характеристик

Владимир Сыромятников, Сопредседатель группы стыковочных систем

Дон Ноа, Заместитель Сопредседателя рабочей группы по полетным операциям и интеграции систем (интеграция)
Грег Лэнг, Заместитель Сопредседателя рабочей группы по полетным операциям и интеграции систем (интеграция)
Сюзан Дж. Шеффилд, рабочая группа по полетным операциям и интеграции систем (интеграция)

Нэнси Смит, подгруппа управления ориентацией кораблей
Даглас Дж. Зимпфер, подгруппа управления ориентацией кораблей
Марк Ч. Джексон, подгруппа управления ориентацией кораблей

Джеймс Дэган, подгруппа по динамике и конструкциям

Форрест Э. Лумпкин, подгруппа воздействия реактивных струй двигателей Шаттла
Стив Фитцжеральд, подгруппа воздействия реактивных струй двигателей Шаттла

Ч. Рик Миллер, подгруппа систем терморегулирования
Реймонд Серна, подгруппа систем терморегулирования

Генри А. Роттер, Мл., подгруппа по системам жизнеобеспечения

Джимми Л. Гиббонс, подгруппа систем связи
Рональд Г. Клейтон, подгруппа систем связи
Артур Рубенс, подгруппа систем связи

Дэвид Гамильтон, группа стыковочных систем
Джон П. Макманамен, группа стыковочных систем

3.1 Введение

Настоящий отчет, который совместно составили НАСА и РКК "Энергия" (РКК-Э), посвящен итогам большой работы и значительных достижений Совместной рабочей группы по интеграции систем (SIWG) по выполнению программы Фазы I. Группа была создана руководителями программы Фазы I (известной в то время, как Программа Шаттл-Мир) в ноябре 1992 года. Совместная рабочая группа по интеграции систем была соединена с рабочей группой по полетным операциям и составила Совместную рабочую группу 3 на Фазе I (РГ-3) - Совместную рабочую группу по полетным операциям и интеграции систем. Данный отчет разделен на ряд самостоятельных разделов, посвященных работе и значительным достижениям группы SIWG в различных областях.

Совместная рабочая группа по интеграции систем на Фазе I Программы отвечала за физические интерфейсы и взаимодействие между Спейс-Шаттлом и орбитальной станцией Мир. Как НАСА, так и РКК-Э имеют длительный и успешный опыт проектирования и эксплуатации пилотируемых космических кораблей. Обе организации в течение многих лет успешно решали сложные инженерные задачи по проектированию и анализу своих программ строительства космических аппаратов и выполнения космических полетов, куда входили такие операции, как сближение КА, стыковка, действия состыкованных герметичных КА и расстыковка. Но программа Фазы 1 потребовала решения новых уникальных инженерных задач проектирования и анализа от обеих сторон. Несмотря на то, что обе организации имели опыт сотрудничества при осуществлении проекта Аполлон-Союз, ввиду значительных различий между Аполлоном и Союзом, с одной стороны, и Шаттлом и Миром с другой, потребовалось заново провести всеобъемлющую инженерную оценку всех аспектов планируемых операций между Шаттлом и Миром.

С самого начала совместной работы по интеграции систем инженеры следовали классическому процессу технического проектирования: определение технических требований, разработка плана проектирования и анализа; разработка и обмен данными и информацией; рассмотрение проектов оборудования и результатов анализа; и, наконец, рекомендации и сертификации по готовности к полету. Хотя план был простым, для интеграции усилий двух больших инженерных коллективов разных стран понадобилось преодолеть ряд трудностей административного и технического характера.

Разработка нового совместного процесса для выработки и документального оформления необходимых технических требований явилась первым большим шагом вперед в нашей работе. В результате была создана серия из 12 совместных документов. Каждый документ был посвящен определенной технической области, такой как, например, терморегулирование или математические модели конструкций.

Многие из конкретных технических задач двух сторон были просты и схожи, если не идентичны, со стандартными задачами, выполняемыми при односторонних полетах Шаттла или односторонних полетах на Мир. Но из-за технической сложности конструкций Шаттла и Мира и в связи с планированием операций каждой стороне пришлось заняться новыми трудными техническими проблемами космических аппаратов. Наиболее сложные технические проблемы в программе Фазы 1, потребовавшие разработки новых методик анализа и/или новых математических моделей, возникли в следующих областях:

- моделирование и анализ конструкций;
- динамика стыковки;
- воздействие факелов ракетных двигателей на большие гибкие конструкции;
- маневры и ориентация больших состыкованных кораблей;
- кондиционирование атмосферы жилых модулей;
- обработка, перенос и хранение питьевой воды;
- запуск на Шаттле, доставка на орбиту и установка модуля российской космической станции (стыковочного отсека Мира- СО).

Заключительной частью, потребовавшей совместной разработки и договоренности, была официальная сертификация полета. Несмотря на то, что у каждой стороны существовал свой процесс сертификации своих односторонних полетов, эти существующие процессы отличались друг от друга в ряде деталей. Поэтому, рабочая группа разработала план, по которому каждая сторона сертифицировала свой космический аппарат и свое оборудование в соответствии со своим обычным односторонним процессом сертификации полета, затем обе стороны подписывали совместное заявление о том, что два космических аппарата были готовы к запланированному полету в соответствии с совместными техническими требованиями.

Первоначально, программа Фазы 1 была рассчитана только на один полет Шаттл-Мир со стыковкой. Однако, через 18 месяцев после возникновения программа расширилась и стала включать один полет со сближением и 9 полетов со стыковкой (отделенные друг от друга приблизительно 4-мя месяцами), и в том числе доставку изготовленного в России СО для станции Мир, который был запущен на Шаттле и доставлен на Мир во время второго полета со стыковкой. Далее, стыковочную геометрию Шаттла и Мира пришлось изменить для второго полета со стыковкой (и эта геометрия сохранилась для всех последующих полетов) для того, чтобы можно было сочетать периодическое дооснащение и расширение Мира с обычными визитами Шаттла. Такое расширение программы значительно увеличило объем работы, которую этой рабочей группе пришлось выполнить перед первым полетом со стыковкой. Время и усилия, потребовавшиеся на составление необходимой документации на двух языках для этих весьма отличных друг от друга сценариев полетов, легли тяжелым бременем на каждого специалиста, выйдя далеко за рамки обычных аналитических задач, так как не был выделен дополнительный персонал для ведения документации.

Таким образом, Совместная рабочая группа по интеграции систем на Фазе 1 Программы разработала и выполнила необходимые технические работы, как со стороны НАСА, так и со стороны РКК-Э, позволившие успешно осуществить совместные операции двух самых больших орбитальных кораблей в истории. Для тщательной оценки технических вопросов полетов Шаттл-Мир были совместно разработаны и применены определенные технические методы и решения. Некоторые из этих методов и решений оказались передовыми достижениями в соответствующих областях и используются сегодня для проектирования и планирования полетов на Международную космическую станцию, а также для разработки конструкций самих элементов МКС. По мере того, как специалисты каждой страны работали вместе над проблемами и преодолевали трудности языкового

барьера, между ними сложились тесные личные и профессиональные контакты. Дух коллективного и взаимного сотрудничества, проявленный всеми специалистами Совместной рабочей группы по интеграции систем, сыграл существенную роль в успехе наших усилий. Мы надеемся, что личные и профессиональные контакты и сотрудничество специалистов Совместной рабочей группы по Фазе 1 Программы окажутся полезными и будут примером для инженеров всех будущих космических программ.

3.2 Организационная структура, процесс деятельности и организационные взаимоотношения

Для проведения совместных мероприятий в ходе подготовки полетов Шаттла к ОС Мир была создана РГ-3 с председателями, назначенными от НАСА и РКК-Э. Председатели руководили совместными операциями и технической интеграцией общего плана, которые были необходимы для планирования и проведения совместных полетов Шаттл-Мир. Объединение специалистов по операциям и интеграции систем от НАСА и РКК-Э в единую рабочую группу сыграло исключительно важную роль для достижения успеха в выполнении совместной программы.

Часть РГ-3, занимающаяся интеграцией систем, была разделена на две инженерные подгруппы, которые отвечали за следующие основные области в ходе всех полетов:

- Физические характеристики КА
- Активные и пассивные системы контроля тепловых режимов
- Системы жизнеобеспечения
- Авионика, аудио- и видеосистемы
- Системы управления совместным полетом
- Нагрузки во время сближения, стыковки, полета в связке и разделения (включая моделирование конструкций)
- Воздействие струй двигателей

От НАСА и РКК-Э были назначены технические специалисты для выполнения функций сопредседателей технических подгрупп. Сопредседатели отвечали за подготовку совместной документации, в которой определялись требования и ограничения по Шаттлу и ОС Мир.

Сопредседатель каждой из подгрупп отвечал за сертификацию своего КА в соответствии с совместными требованиями определенного полета и подписывал сертификат о готовности к каждому совместному полету по соответствующей технической области. После проведения аттестации на готовность к полету в подгруппах сопредседатели РГ-3 подписывали и представляли руководству Программы групповой сертификат о готовности к полету.

3.3 Совместные достижения

3.3.1 Интеграция полета STS-63

Первый полет Шаттла с операциями в непосредственной близости от ОС Мир успешно проверил и продемонстрировал технику пилотирования Шаттла, работоспособность датчиков, освещение стыковочной мишени и маневренность ОС Мир для возможностей ориентаций при стыковке. Была проведена тренировка с имитацией установки осевой ТВ камеры в иллюминаторе на потолке модуля Спейсхэб и обеспечена отличная видимость стыковочной мишени. Лазерные системы радара Шаттла Ku-частоты, ручного лазера и системы управления траекторией (TCS) продемонстрировали способность выполнения слежения за ОС Мир. Также были продемонстрированы системы голосовой связи УКВ борт-борт.

3.3.2 Интеграция полета STS-71

Планирование двух первых полетов STS-71 и STS-74 представляло собой одну из сложнейших задач и явилось одним из величайших достижений. На высшем уровне были достигнуты соглашения по совместному управлению Шаттлом и ОС Мир, которые заложили основу последующих полетов и сыграли важное значения в успехе всей программы. Для пилотирования и стыковки Шаттла с ОС Мир был необходим анализ нагрузок от струй двигателей и загрязнения, а также техника точного пилотирования, в связи с чем изучались относительное положение КА в процессе подхода и скорости, необходимые для захвата. Расположение ОС Мир во время подхода Шаттла предусматривало выставку и разворот солнечных батарей ОС Мир для минимизации воздействий от струй двигателей, что влекло за собой отключение систем для сохранения энергии. Управление связкой Мир-Шаттл стало прямой обязанностью Шаттла вследствие того, что топливные ресурсы Шаттла "обновляются " во время каждого полета. Совместные решения по выбору ориентации КА зависели от условий связи, а также ограничений по освещению и тепловому режиму. Условия среды ОС Мир, в которой пребывали экипажи Мира и Шаттла, были значительно улучшены за счет возможностей Шаттла по выработке кислорода и азота, а также за счет конструкции проходов через люки. Аудио- и видеосвязь экипажа американским и российским центрами управления полетом осуществлялась с помощью разработки конструкций и передачи оборудования, приемлемого для обеих сторон.

Одной из первых технических проблем была конструкция стыковочного интерфейса Шаттл-Мир, которая позволила бы осуществить безопасную стыковку кораблей. Место стыковки было выбрано, исходя из стремления максимально использовать технические характеристики Шаттла и площадь грузового отсека для модулей и оборудования поддержки, а также из стремления увеличить зазоры и снизить отрицательное взаимное воздействие струй двигателей КА. Была улучшена конструкция совмещения внешнего шлюзового отсека и модуля Спейсхэб с использованием ряда тоннелей и уникального интегрирующего оборудования (мосты, трубопроводы и т. д.) Для программы Фазы 1 были использованы ряд имеющихся разработок секций тоннелей. Большая часть этого оборудования, если не все, будет применяться в полетах дооснащения МКС с использованием модуля Спейсхэб.

3.3.3 Интеграция полета STS-74

Конфигурация связки Шаттл-Мир для полета STS-74 была полностью переработана. Когда РКК-Э сообщила о том, что необходим перенос модуля Кристалл/стыковочного порта из его временного положения вдоль оси X в постоянное положение вдоль оси Z, необходимо было разработать новую конфигурацию связки Шаттл-Мир. Было проведено изучение всевозможных вариантов расположения для определения наилучшей конфигурации с учетом физических зазоров, тепловых ограничений, требований по связи, нагрузкам, управлению ориентацией, загрязнению, воздействию струй двигателей, пилотированию, а также операциям с дистанционным манипулятором. Успешное выполнение последующих полетов Фазы 1 показало, что основным критерием этих предварительных анализов было определение конфигурации связки, которая могла использоваться на протяжении всей программы фазы 1.

В промежутке между полетами STS-71 и STS-74 РКК-Э успешно завершила операцию по установке модуля Кристалл в его постоянное положение с использованием механического манипулятора. РКК-Э разработала конструкцию стыковочного отсека (СО), который явился продолжением стыковочного порта модуля Кристалл с тем, чтобы обеспечить соответствующие зазоры между Шаттлом и солнечными батареями ОС Мир. Как для НАСА, так и для РКК-Э серьезную проблему представляет интеграция в ускоренном порядке стыковочного отсека в Шаттл, начиная с совместного обмена данными, затем разработок и проведения испытаний в Москве, и после этого доставки и испытаний в космическом центре им. Кеннеди (КЦК). При этом необходимо было обеспечить соответствие требованиям безопасности НАСА и минимизировать число изменений в процессах анализа и конструкторских решениях. Совместная кооперация явилась определяющей в процессе выбора и достижения договоренностей по оптимальным местам расположения (и стыковочной системе) средств НАСА для стыковки на СО, которые должны были использоваться, как во время полета STS-74, так и во время последующих полетов. Эти стыковочные средства включают огни, камеры, датчик контроля траектории (TCS), уголковые отражатели, основную и вспомогательную мишени, а также систему визуальных мишеней Шаттла. В ходе полета STS-74 было продемонстрировано использование стыковочных средств и сигналов для последующих полетов.

Установка СО на стыковочной системе Шаттла с помощью манипулятора и последующая стыковка корабля были проведены успешно, подтвердив успех совместного процесса обмена данным, а также правильность предполетного анализа и планирования. Связь по электропитанию между системами андрогинной периферийной системы стыковки (АПСС) была осуществлена успешно. Оба блока АПСС и системы СО работали штатно. Полет STS-74 по операциям причаливания почти полностью совпадает с требованиями первого совместного полета МКС.

3.3.4 Интеграция стыковочного отсека

Интеграция и планирование операций по доставке российского СО на борту Шаттла к ОС Мир были проведены успешно в сжатые сроки. Заслугой РКК-Э является то, что разработка, изготовление, проведение испытаний и доставка СО в США была осуществлена за 18 месяцев. Можно сказать, что НАСА приобрело опыт в разработке оборудования, поскольку в результате аналитических проверок,

проведенных НАСА, были внесены несколько изменений в конструкцию. Заслугой НАСА является четкое соблюдение требований по запуску на Шаттле и интеграции на орбите, понимание российских технологических процессов, подготовка к полету в сжатые сроки и выбор необходимых технических данных для проведения большого объема аналитической работы для решения вопросов безопасности и верификации в рамках стандартного процесса интеграции на Шаттле. Преданные своему делу специалисты из КЦД и КЦК проводили соответствующие исследования и анализы, и обменивались результатами со своими коллегами из РКК-Э. Специалисты НАСА провели расчетный анализ теплового режима и нагрузок конструкции, а также исследования нелинейного поведения отдельных элементов корабля, участвовали в испытаниях СО как в Москве, так и в США, осуществили интеграцию внутреннего и внешнего оборудования НАСА, планировали операции с манипулятором, а также осуществили разработку методик операций для экипажа наряду с другими мероприятиями по интеграции. Специалисты КЦК проделали исключительную работу по планированию и проведению наземных операций, организуя посадку российского самолета на полосу приземления Шаттла, размещение и транспортировку российских специалистов, облегчая процесс въезда и выезда специалистов РКК-Э, участвующих в испытаниях.

На уровне технического проектирования было установлено тесное сотрудничество. РКК-Э поручила возглавлять проект главному конструктору г-ну И. Ефремову, подчеркнув тем самым важность и значение проекта. Эффективное руководство г-на И. Ефремова и его технические знания обеспечили успех крупномасштабной задачи создания нового модуля для ОС Мир и разработки его в соответствии с требованиями иностранного космического средства доставки в сжатые сроки. Для наблюдения за подготовкой к полету по всем областям НАСА назначило руководителя по Шаттлу. Огромными усилиями проектировщиков, инженеров, проводящих испытания, специалистов по планированию операций и проведению анализа из РКК-Э и НАСА были успешно преодолены, как культурные барьеры, так и жесткие графики поставок и интеграции СО и Шаттла.

Инженерами НАСА и РКК Энергия совместно были разрешены задачи по установке американского оборудования в СО для последующего его демонтажа экипажем. Для определения российского оборудования, с которым придется обращаться экипажу как в штатных, так и в нештатных ситуациях, потребовалось немало терпения. После завершения работ над конструкцией СО были добавлены мишени SVS. Введение этих мишеней позволило провести испытания нового оборудования сближения, которое будет использоваться на этапе строительства МКС.

Подача питания, управление и контроль СО, который был доставлен на ОС Мир во время полета STS-74, осуществлялись через системы Шаттла во время его пребывания в грузовом отсеке Шаттла, а также когда он был пристыкован к стыковочной системе Шаттла (ССШ). На этапе полета STS-74 совместный документ 3411 являлся программным соглашением по доставке СО к ОС Мир. Этот документ определял все технические требования для интерфейсов СО с Шаттлом, а также требования по окружающей среде Шаттла (тепловому режиму и нагрузкам), воздействию которой был подвергнут СО во время выведения и на

орбите. После стыковки СО перешел на электропитание и управление от ОС Мир и был оставлен на станции для выполнения функций интерфейса с Шаттлом.

3.3.5. Управление ориентацией КА

3.3.5.1. Шаттл

Сложной задачей во время выполнения программы Мир-Шаттл являлось обеспечение успешных стыковок Шаттла со станцией Мир. Экипаж Шаттла выполнял ручное управление поступательным движением, а автоматика Шаттла и станции поддерживала точную ориентацию. Характер управления пилотированием Шаттла вблизи станции был известен и раньше, но воздействие управления со стороны станции Мир на эту операцию оставалось неизвестным. Модели системы управления станцией Мир были разработаны и внедрены в модели пилотирования Шаттла для анализа влияния на пилотирование и воздействий факела. Эти модели явились бесценным ресурсом для понимания последствий различных произошедших на станции Мир событий, включая короткий период, когда Шаттл STS-81 и станция одновременно взяли на себя управление ориентацией.

Операции вблизи между Шаттлом и станцией осложняло то обстоятельство, что российский стыковочный механизм требовал высоких скоростей при сближении для обеспечения захвата. Такие высокие значения скорости сближения затрудняли точное управление стыковкой для экипажа и приводили к неприемлемо большим нагрузкам при стыковке. Были разработаны методики и программное обеспечение для более медленного и более точного подхода с низкими скоростями при касании. Это программное обеспечение сделало возможным для экипажа подать команду при касании кораблей на выдачу автоматикой серии импульсов для закрытия защелок захвата стыковочного механизма. Такая модификация программного обеспечения была подготовлена в сжатые сроки для первого полета Шаттла со стыковкой со станцией Мир.

Успешное управление Шаттлом ориентацией связки Мир-Шаттл стало значительным этапом программы Шаттла. Состыкованные корабли явились самым большим космическим аппаратом, когда-либо находившимся на орбите (примерно 500000 фунтов). Во время полета STS-71 представилась первая значительная возможность управления взаимодействием конструкций большого КА (связки Шаттл-Мир). Связка была гибкой, и доминирующие колебания конструкций находились в пределах возможностей Шаттла по управлению. Программа Фазы I продемонстрировала успешную работу усовершенствованных систем управления Шаттла, разработанных для управления большими гибкими космическими конструкциями, и доказала надежность этих систем для управления во время первых критичных полетов по сборке МКС. Шаттл продемонстрировал возможность управления различными конфигурациями связки с широким диапазоном массовых свойств и характеристик гибкости конструкций. Система управления должна была соответствовать жестким требованиям по нагрузкам, в то же время обеспечивая достаточную надежность при моделировании неизвестных массовых параметров жестких конструкций и динамики гибких конструкций.

3.3.5.2 ОС Мир

К основным задачам, выполняемым системой управления движением ОС Мир, относились следующие:

- разработка циклограммы управления ориентацией и подготовительных операций перед стыковкой с Шаттлом;
- поддержка пассивного режима системы управления движением во время управления ориентацией связки, осуществляемого Шаттлом;
- проверка возможностей и поддержка управления ориентацией связки;
- проведение испытаний и технических экспериментов.

Для поддержки операций по сближению и стыковке Шаттла во всех совместных полетах система управления движением ОС Мир обеспечивала выполнение следующих операций:

- коррекцию инерциальной системы координат с использованием звездных датчиков модуля Квант, с точностью установки инерциальной системы не хуже 10 угловых минут;
- выполнение маневров по переходу ОС Мир из инерциальной системы координат в основную ориентацию для стыковки (например, орбитальную систему координат);
- поддержание ориентации орбитальной системы координат до механического захвата;
- перемещение панелей солнечных батарей в положение, необходимое для стыковки;
- принудительную разгрузку гиродинов до общего кинетического момента равного нулю;
- переход к пассивному режиму до достижения механического захвата.

Все вышеуказанные операции выполнялись штатно во всех совместных полетах с автоматическим управлением посредством системы управления движением и с участием экипажа.

Во время управления ориентацией связки с использованием верньерных двигателей реактивной системы управления Шаттла система управления движением ОС Мир находилась в пассивном (индикаторном) режиме. Во время пассивного режима запуск двигателей управления ориентацией блокировался как программным обеспечением, так и электрической блокировкой, и кинетический момент гиродинов обеспечивался в сфере радиусом 500 Нмс.

Управление ориентацией связки Мир-Шаттл во время разных совместных полетов проводилось с целью демонстрации возможностей системы

управления движением ОС Мир для выполнения маневров, связанных с управлением ориентацией связки при использовании двигателей управления ориентацией, а также для поддержания ориентации связки с использованием гиродинов. Во время НШС СУ Шаттла STS-89 по запросу ЦУП-Х управление ориентацией взяла на себя система управления движением ОС Мир.

Во время управления связкой в контуре управления находилось от 9 до 11 гиродинов. Для управления использовались различные конфигурации двигателей.

3.3.6 Динамика корабля и конструкции

Интерфейсы Шаттла и станции представляли каждый свои проблемы при разработке методов стыковки и расстыковки, а также при учете приемлемых нагрузок на конструкции и приемлемой прочности конструкции. Пилоты Шаттла успешно обеспечивали управление относительным положением и скоростью Шаттла, обеспечивали минимальное количество выдаваемых импульсов и идеальную точность стыковки. Во время каждого полета первая попытка стыковки была успешной, и рассогласование при контакте составляло примерно одну треть от допускаемых пределов. Нагрузки от струй двигателей Шаттла на станцию Мир были пренебрежимо малы. Для управления ориентацией связки использовались имеющие малую мощность верньерные двигатели Шаттла или гиродины станции Мир. Управление ориентацией с помощью дающей большую нагрузку основной двигательной установки Шаттла проводилось только в течение нескольких часов, в целях иллюстрации возможности использования основных двигателей Шаттла в качестве резерва, так как верньерные двигатели продемонстрировали высокую надежность при управлении ориентацией в течение почти всего периода полета.

Моделирование конструкций оказалось надежным методом проверки, и это было продемонстрировано при измерении реакции станции на воздействия от стыковки с Шаттлом, а также при испытаниях по динамическим воздействиям на конструкцию связки. В модель Шаттла были внесены изменения на основании полученных на орбите данных испытаний. В модель станции Мир изменений вносить не понадобилось. Значения нагрузок от факела двигателей Шаттла не были подтверждены полетными данными, так как такие воздействия происходили редко, оставались на низком уровне и регистрировались не полностью.

Нагрузки от выполняемых членами экипажа физических упражнений были значительными, так как при использовании велоэргометра и беговой дорожки происходило возбуждение собственных колебаний конструкций. Физические упражнения значительно уменьшает ресурс конструкций, так как для поддержания необходимого уровня здоровья экипажа необходимо длительное выполнение комплекса физических упражнений. Для сокращения потерь ресурса были введены ограничения на частоту бега космонавтов на беговой дорожке. Стыковка с Шаттлом приводила к самым высоким нагрузкам на конструкции станции, что было сделано для обеспечения высокой вероятности захвата. Стыковку можно не считать фактором, воздействующим на ресурс конструкций, так как количество циклов стыковки было незначительным.

Ресурс конструкций станции Мир являлся значительным фактором, так как станция продолжала использоваться после окончания расчетного ресурса. При столкновении станции с грузовым кораблем Прогресс в промежутке между полетами Шаттла к станции был потерян один из модулей станции. Столкновение также привело к большим нагрузкам на другие основные несущие конструкции, что явилось еще одним аргументом в пользу сокращения ресурса конструкций станции. Отсутствие методик для исчерпывающего контроля состояния конструкций остается задачей, которую необходимо решить с технической и административной точки зрения.

Были разработаны различные средства оценки реакции конструкции связки двух кораблей. Отдельные средства оценки были разработаны для определения нагрузок от физических упражнений экипажа, внекорабельной (ВКД) и внутрикорабельной (ВнКД) деятельности, а также нагрузок от факелов двигательной установки (ДУ) Шаттла на солнечные батареи станции Мир и вследствие выбросов. Средства оценки спектров нагрузок, для которых используются получаемые после полетов Шаттла архивные данные по циклограмме работы двигателей, позволили нам предоставить отчет по расходу ресурса станции после каждого полета. Функция форсирования нагрузки от выполняемых экипажем физических упражнений была разработана на основании данных испытаний. (Все эти средства оценки применимы для программы МКС).

3.3.7. Воздействие от факелов ДУ Шаттла

Вследствие близости и большой площади поверхности солнечных батарей станции Мир было необходимо свести к минимуму воздействие нагрузок и загрязнения от факелов ДУ Шаттла во время стыковки и операций в связке. До фазы I имелись ограниченные сведения о воздействии факелов двигателей при подходе и стыковке. Эти сведения стали критическими для интеграции кораблей. Были проведены значительные работы по разработке моделей факела реактивной системы управления (РСУ) Шаттла, с использованием испытаний в камере, на орбите, а также расчетных методов. В частности, эксперимент по воздействию факелов ДУ Шаттла предоставил необходимые данные по среде факела ДУ для разработки математической модели. Эта модель позволила объяснить последствия воздействия двигателей с косым срезом сопла и факелов от одновременного срабатывания двух близких друг к другу двигателей. Были проведены значительные работы по разработке средств оценки, что привело к расширению наших аналитических возможностей по моделированию факела двигателей и его воздействия на находящиеся на орбите корабли.

3.3.8. Оперативные изменения в период с STS-76 по STS-91

Происходящие физические изменения конфигурации кораблей и изменения окружающей среды представляли сложную задачу для программы Мир-Шаттл. Постоянные изменения конфигурации станции Мир, такие как наличие или отсутствие модулей Спектр и Природа и грузового корабля Прогресс, ориентация солнечных батарей, ограничения по тепловому режиму, новое (или недавно доставленное) оборудование, постоянно усложняли планирование и верификацию полетов для НАСА. Специалисты РКК-Э должны были решать вопросы, связанные с изменениями в конфигурации Шаттлов и отличиями в массе выводимых грузов вследствие изменения полезной нагрузки от модуля Спейслэб на СО, а затем на

модуль Спейсхэб. Специалисты НАСА предложили для рассмотрения специалистами РКК-Э новую конфигурацию факелов дренажных выбросов из шлюзового отсека и возможные утечки из двигателей РСУ. Все эти технические задачи были успешно решены.

Следует особо подчеркнуть гибкость обеих программ в решении проблем, связанных с изменениями, вносимыми в каждый последующий полет. В некоторых случаях события на борту станции Мир перед полетом или во время полета требовали значительного обмена данными, переговоров и перепланирования с обеих сторон. Технические анализы и рабочие соглашения для устранения рассогласований, связанных со значительными отклонениями (такими например, как столкновение грузового корабля Прогресс с модулем Спектр), или небольшими отклонениями от штатного режима (такими, как период совместного управления ориентацией) проводились без какого-либо отрицательного воздействия на ход программы. Все системы Шаттла и Мира в основном работали штатно, за исключением небольших отклонений, которые затронули проведение совместных операций. Обе программы продемонстрировали гибкость в работе до и во время полетов. Это является хорошим примером зрелости совместной программы Мир-Шаттл.

3.3.9. Активное и пассивное терморегулирование

Вопросы терморегулирования занимали заметное место в переговорах при выработке совместных планов полетов, приемлемых для обеих сторон. Различие тепловых ограничений по каждому КА потребовали от нас готовности достичь общих соглашений по ориентации; обеспечение совместного контроля влажности стало задачей управления эксплуатацией систем и привело к увеличению мощности по производству воды.

Переговоры по циклограмме ориентаций при полете в связке, проведенные перед полетом, составляли важный аспект совместной деятельности на продолжении всей совместной программы. По каждому полету целью являлось найти такую последовательность ориентаций, которая была бы приемлема и для Шаттла и для Мира с точки зрения терморегулирования. Кроме того, в переговорах следовало учитывать производство энергии солнечными батареями Мира. Приоритетной задачей было определить ориентацию, которая отвечала бы потребностям по электроснабжению и требованиям по терморегулированию для ОС Мир, а также требованиям по пассивному терморегулированию для Шаттла. Требования по активному терморегулированию для Шаттла рассматривались бы только для случая, если общее производство воды выражалось отрицательной величиной. Поэтому перенос воды на ОС Мир не относился к мероприятиям с наивысшем приоритетом, так как всегда было трудно удовлетворить другим трем требованиям. Обсуждения по каждому полету были уникальными из-за изменений, вносимых в конфигурацию кораблей и угол бета (угол альфа) в связи с каждым полетом. Вообще говоря, специалисты по терморегулированию Мира предпочитали, чтобы вектор Солнца был ориентирован параллельно оси X Мира (продольной оси базового блока) для того, чтобы уменьшить до минимума обращенную к Солнцу площадь поверхности ОС Мир. При этом меньше солнечной энергии поглощается конструкцией Мира и снижается тепловая нагрузка на активную систему терморегулирования. Важность этого "правила" увеличивалась для полетов, где

угол бета (альфа) был выше, а также в случае, если какой-либо элемент системы терморегулирования Мира выходил из строя (например, при отключении контура охлаждения вследствие утечки). Среди ограничений пассивного терморегулирования для Шаттла, игравших заметную роль в дискуссиях, были минимальные пределы температуры на шинах шасси, минимальный предел обнаружения утечки из верньерных двигателей РСУ, минимальные и максимальные температуры линии водоснабжения скафандра EMU (американского скафандра для ВКД) во внешнем шлюзовом отсеке, и минимальный предел по температуре в верхней точке линии стравливания окислителя системы орбитального маневрирования (СОМ). В последних двух совместных полетах на кораблях Шаттл OV-105 и OV-103 проблема линии стравливания окислителя СОМ исчезла с удалением этого оборудования в порядке подготовки этих кораблей к полетам на МКС. Таким образом, все ограничения по пассивному терморегулированию Мира и Шаттла были успешно выдержаны в течение всех полетов в связке. Характерно, что переговоры по циклограмме ориентаций продолжались вплоть до и после запуска Шаттла при каждом полете, и некоторые изменения в ориентации даже были внесены в результате переговоров после стыковки на основании оперативных данных. Такие переговоры проводились постоянно, и они были успешными.

Значительным достижением совместной деятельности в области терморегулирования была успешная интеграция российского СО в качестве груза Шаттла. В результате переговоров Совместной рабочей группы, была собрана информация по системам СО, которая позволила построить геометрические и тепловые математические модели СО. Эти модели были использованы для проведения верификационного анализа конструкции СО, а также позже для верификационного анализа полета. Результаты обсуждались с российскими специалистами по терморегулированию для оптимизации окончательного проекта. Шаттл обеспечивал СО электроэнергией во время транспортировки на Мир для поддержания системы терморегулирования (для циркуляции этиленгликоля в контурах терморегулирования и добавления тепловой энергии в контуры). Тепловые расчеты, проводимые до полета, показывали, и полет STS-74 доказал, что СО можно было успешно транспортировать и установить на Мире с выполнением всех тепловых ограничений по СО. Опыт успешной интеграции, расчета и доставки российского груза в грузовом отсеке Шаттла воспринимается обеими сторонами как важный шаг, заложивший основу для предстоящих полетов на МКС и работ по сборке станции.

Во время каждого полета Шаттл подавал кондиционированный воздух на Мир через обменный воздуховод (от 70 до 100 куб. футов в минуту). В ССШ был установлен вентилятор и специальный обводной воздуховод для подачи необходимого потока воздуха в другие обитаемые объемы (Спейслэб и Спейсхэб) и одновременной подачи согласованного потока воздуха на Мир. Во время полета STS-74, когда СО был установлен на ССШ, и люки были открыты для входа экипажа перед стыковкой с Миром, воздуховоды ССШ были использованы для создания и поддержания обитаемой среды в СО для обеспечения возможности работы экипажа в нем. Во время всех совместных операций регулирование температуры и влажности обменного воздуха достигалось путем штатного управления работой сложенного радиатора или развернутого радиатора и/или путем включения пикового испарителя. Во время STS-74 пиковый испаритель был

отключен (для сохранения воды), когда радиаторы не использовались для терморегулирования. После этой экспедиции российские специалисты сравнили данные по влажности и температуре для STS-71 и STS-74 и попросили, чтобы пиковый испаритель оставался для последующих полетов для регулирования температуры и влажности, и допустили влияние, оказываемое на перенос воды.

Для всех экспедиций фазы 1 планирование переноса воды требовало учета баланса, связанного с ограничениями по ориентации для защиты от орбитального мусора, радиаторным отводом тепла на орбите и пассивным терморегулированием для Шаттла. При ранних полетах принимались специальные меры в плане терморегулирования для увеличения сбора воды для переноса. В некоторых случаях радиаторы развертывались во время полета перед стыковкой и в совместном полете для уменьшения потери воды через пиковый испаритель. В большинстве полетов радиаторы не развертывались в связи с увеличением риска проникновения орбитального мусора. Когда было возможно, ориентации перед стыковкой выбирались для обеспечения терморегулирования с помощью радиаторов без потребления воды пиковым испарителем. В общем случае для полетов при более высоких углах Бета/Альфа, радиаторы были менее эффективны в ориентациях Шаттла, благоприятных с точки зрения орбитального мусора, больше воды требовалось для охлаждения пикового испарителя, и поэтому меньше воды оставалось для переноса. Использование пикового испарителя для регулирования влажности воздуха и терморегулирования получило более высокий приоритет, чем сбор воды для переноса (за исключением экспедиции STS-74).

Последней областью работ по анализу терморегулирования была проверка различных грузов, транспортируемых в грузовом отсеке во время этих полетов. В целом, первоначальные грузы грузового отсека (такие как Спейслэб, СО, ССШ, одинарные и двойные модули Спейсхэб) были прочными полезными нагрузками, использующими возможности Шаттла, и они были легко совместимы с совместными полетами. Правда, пришлось внести модификацию в линию водяного охлаждения модуля Спейслэб для обеспечения успеха совместного полета STS-71. Были добавлены нагреватели в линии для предотвращения замерзания в случае прекращения подачи воды в состыкованном полете с ОС Мир. Обычно, в такой ситуации для предотвращения замерзания используется управление ориентацией, но в состыкованном полете невозможно было бы изменить ориентацию для предотвращения замерзания теплоносителя. Среди другого оборудования в грузовом отсеке озабоченность в связи с тепловыми ограничениями вызывали также российский АПАС, датчик контроля траектории, и датчик ЕКА для операций вблизи. Всех нарушений тепловых ограничений удалось избежать путем выбора ориентации и/или оперативным вмешательством в реальном времени (включением питания для поддержания температуры выше нижних пределов или выключением питания для поддержания температуры ниже верхних пределов).

3.3.10. Патроны с гидроокисью лития (LiOH) на Мире

Восстанавливаемая система удаления двуокиси углерода (CO_2) в модуле Квант-1 была не в состоянии работать на полную мощность из-за утечки этиленгликоля в системе охлаждения. Было разработано и доставлено на STS-74 оборудование, предназначенное для удаления CO_2 и поддержания безопасных уровней CO_2 в

модуле Квант 1. Оборудование должно было иметь такую конструкцию, чтобы поток воздуха вначале проходил через слой угля патрона LiOH, так как некоторые вещества под влиянием LiOH могли превращаться в токсичные, если они сначала не удалялись углем. Были созданы специальные адаптеры для крепления патронов LiOH к вентилятору на борту Мира, чем достигалась подача воздушного потока через центр патрона в радиальном направлении наружу через слой угля к слою LiOH. По этому оборудованию были написаны процедуры с инструкциями для экипажа о том, как правильно устанавливать патрон LiOH и заменять истраченный патрон. Дополнительные свежие патроны LiOH для поддержания необходимого уровня CO_2 на борту указывались в декларациях последующих полетов

3.3.11. Перенос воды с Шаттла на Мир

Трудной технической задачей было выполнение договора о доставке 4600 кг воды на Мир, как питьевой, так и технической (для гигиенических нужд, электролиза, пролива системы удаления отходов). Так как доставка воды в качестве части груза Шаттла не имела смысла с точки зрения максимального увеличения производительности корабля была продумана "система" сбора побочного продукта топливных элементов, обработки его и переноса на Мир. Требования по воде как по количеству, так и по качеству нельзя было удовлетворить стандартным производством воды на основе топливных элементов.

При полете STS-71 была достигнута совместная договоренность с российской стороной о переносе йодированной воды с Шаттла на Мир для использования в технических целях. НАСА изготовило шланги и адаптеры для перекачки воды из вспомогательного порта кухни Шаттла в контейнеры CWC или в ЕДВ. Два других вида шлангов с быстроразъемными соединениями только на одном конце были отправлены в Россию. В России другие концы шлангов были снабжены гидроразъемами. Эти шланги, один со штыревой и один с гнездовой частями гидроразъемов, были отправлены на Мир на Прогрессе. Шланги позволили слить воду из контейнеров CWC в российскую систему водоснабжения, а также наполнить российский водяной бак на Шаттле.

Вода, перенесенная на Мир с STS-71, была использована для технических нужд только потому, что содержала йод, который используется как дезинфицирующее средство в системе водоснабжения Шаттла. В системе питьевой воды Мира для удаления бактерий используется серебро и добавляются минералы для улучшения вкуса. Когда йод и серебро соединяются в воде, они образуют вещество, которое выпадает в осадок; поэтому вода Шаттла и питьевая вода Мира несовместимы.

Для STS-74 был разработан метод удаления йода и добавления серебра и минералов, позволивший поставлять питьевую воду на Мир. Для этой цели была создана система IRMIS (система удаления йода и внесения минералов), позволяющая создать нужную концентрацию серебра и минералов в воде CWC для удовлетворения российских требований по воде. После завершения послеполетного анализа воды, который показал присутствие йодида в воде, потребовалось улучшить систему IRMIS. С тех пор система IRMIS работает успешно.

Общее количество перенесенной воды на Мир превысило цифру контракта. Перенос воды с Шаттла на Мир дал возможность получить новые знания в части

контроля распределения воды. Одним из важных уроков было понимание того, сколько воды можно получить, если в планирование ориентаций на орбите включить задачи переноса воды. Ориентации перед стыковкой и после стыковки могут оказать значительное влияние на наличие воды для переноса. Не только ориентация на этапе состыкованного полета определяет количество наличной воды. Циклограмма наполнения водой емкостей может повлиять на объем воды для переноса, то есть, предоставить достаточно времени для наполнения водой как можно большего количества емкостей. В том случае, если можно найти дополнительные места для хранения более, чем четырех емкостей, перед стыковкой, можно перенести дополнительное количество воды, если ориентации перед стыковкой обеспечивают хорошие условия для терморегулирования с помощью радиаторов.

От РКК Энергия был получен опыт удаления йода из воды и добавления в воду веществ для контроля биосреды и минералов. Удаление йода оказалось очень своевременным, так как Медицинское управление подняло вопрос о воздействии йода на экипаж во время обычных полетов. Добавление минералов в воду представляет собой метод, который российские специалисты используют для того, чтобы восполнить потерю неорганических минералов организмом космонавта во время космического полета.

Таблица переноса воды на Мир

Таблица 3.1

Полет	Сводка	Фунты	Результаты отбора проб	Замечания
71	3 CWC, 16 ЕДВ	1067,4	Содержала йод	Обработанная на Мире
74	10 CWC	993,0	Неудовлетв. по йодиду	Обработанная на Мире
76	15 CWC	1506,6	Удовлетворительные	
79	20 CWC	2025,3	Удовлетворительные	Повторно использованы 5 CWC
81	16 CWC	1608,1	Удовлетворительные	Повторно использован 1 CWC
84	11 CWC	1038,0	Удовлетворительные	1 CWC наполовину заполнен
86	17 CWC	1717,2	Удовлетворительные	Повторно использованы 2 CWC (81, 84)
89	16 CWC	1614,9	Удовлетворительные	Повторно использован 1 CWC
91	13 CWC	1219,5	Удовлетворительные	1 CWC наполовину заполнен
		Итого: 12790,0 (5800,4 кг)		

3.3.12 Перенос ресурсов жизнеобеспечения/расходных материалов

Системы производства кислорода (O_2) и азота (N_2) орбитальной станции Мир и системы по удалению CO_2 были рассчитаны на обеспечение экипажа из трех человек в нормальных условиях. Когда планировались полеты со стыковкой, предполагающие работу экипажа на протяжении всего полета Шаттл-Мир, планирование обмена воздухом и потребление расходных материалов в совместном полете приобрело критически важное значение для успеха работы и жизни в обоих кораблях экипажей в составе до 10 человек. Мощности Шаттла были увеличены до предела, чтобы обеспечить общую атмосферу в обоих кораблях. В обеспечение условий жизнедеятельности вносили вклад также другие факторы:

В процессе маневрирования для получения приемлемых для обеих сторон стыковочных ориентаций и для уменьшения воздействия факелов от двигателей Шаттла солнечные батареи Мира часто поворачивались и фиксировались под углами, которые были неблагоприятны для производства энергии. Системы ОС Мир отключались для сохранения энергии. Во время стыковки и иногда во время совместного полета система удаления углекислого газа "Воздух" и система кислородообеспечения "Электрон" часто отключались. Совместное планирование и сотрудничество в области систем жизнеобеспечения играли критическую роль в обеспечении рабочей среды. Возможности Шаттла использовались для увеличения и поддержания атмосферного давления, влажности и уровней кислорода и углекислого газа в пределах допустимых значений для обоих кораблей.

НАСА разработало комплексную модель обмена воздухом в качестве инструмента оценки возможностей, пределов, требований по интерфейсам и операционных ограничений интегрированной системы обмена воздухом для каждого совместного полета. Перед полетом проводился анализ для оценки условий по содержанию азота, кислорода, углекислого газа и влажности, который позволял нам планировать использование систем и создавать оборудование, которое требовалось

для переноса расходных материалов. После каждого полета измерялись условия давления и влажности. Сравнение предполетного анализа и послеполетных данных показало, что мы имеем надежные инструменты и что каждый полет планировался и выполнялся успешно.

После стыковки Шаттла и Мира вестибюль ССШ наддувался с помощью расходных материалов Мира и проводилась проверка герметичности. Наддув со стороны корабля с меньшим давлением, а именно Мира, был необходим для предотвращения прогиба люка Мира. После этого давление в объемах Мира и Шаттла выравнивалось открытием клапанов верхнего люка шлюзового отсека Шаттла. Объединенный корабль наддувался с помощью системы управления давлением Шаттла, и давление поддерживалось на уровне 14,7 фунтов на кв. дюйм (абс.) до расстыковки. Шаттл смог обеспечить нужное давление с помощью тщательного управления ресурсами по азоту.

Перед расстыковкой, до закрытия люков ресурсы Шаттла использовались для наддува объединенного объема. Для наддува ОС Мир использовался азот, а кислород использовался для восполнения дополнительного метаболического потребления кислорода экипажем во время полета в связке и с целью поднять общее и парциальное давление кислорода на ОС Мир. Мы достигли желаемой договоренности, подняв общее давление Мира до 15,5 фунтов на кв. дюйм (абс.) и парциальное давление кислорода до 25%.

Данные по наддуву ОС Мир

Таблица 3.2

Полет (STS)	Давление ОС Мир на момент стыковки (мм рт. ст./ фунт на кв. дюйм, абс.)	Давление ОС Мир при расстыковке (мм рт. ст./ фунт на кв. дюйм, абс.)	PPO2 ОС Мир при расстыковке (мм рт. ст./ фунт на кв. дюйм, абс.)	Перенос N_2 (фунты)	Перенос O_2 (фунты)
71		780,9/15,1		87,4	48,3
74	710/13,73	796,4/15,40	199,1/3,85	44,2	59,0
76	737/14,25	801/15,49	193,4/3,74	42,2	61,6
79	729/14,10	802/15,51	187,96/3,63	43,2	69,2
81	739/14,29	790/15,28	190,7/3,69	42,1	57,7
84	734/14,19	785/15,18	200,6/3,89	20,9	81,5
86	620/11,99	780/15,1	189,3/3,66	130,7	75,7
89	643/12,43	798,5/15,44	189,1/3,66	133,4	56,4
91	623/12,05	788,5/15,25	185,7/3,59	149,4	46,6
		Общее количество N_2 и O_2, перенесенное на ОС Мир		693,5	556,0

3.3.13 Системы связи

Весьма успешной была связь борт-борт между кораблями при операциях вблизи станции, обеспечившая голосовую связь на расстояниях гораздо больших, чем требовалось. Связь борт-борт между кораблями была обеспечена использованием существующих радио и УКВ антенн на ОС Мир. Шаттл использовал промышленный приемопередатчик, который можно было настраивать на частоты Мира, новый блок защиты от аудио и радиопомех для интеграции в аудио систему Шаттла, и смонтированную на иллюминаторе антенну, которая складывалась во время запуска и приземления. Успешно были проведены испытания связи борт-Земля с ОС Мир перед первым использованием оборудования во время полета STS-63.

Для сближения и расхождения на заранее согласованных дальностях в радарном режиме использовалась система Ku-диапазона. Для передачи и приема речи, данных и ТВ изображений она реконфигурировалась в режим связи. Чтобы избежать облучения ОС Мир, во время всех операций в связке использовался защитный экран. Система Ku-диапазона работала штатно.

Осевая камера ССШ и камера, смонтированная на ферме, замкнутой телевизионной системы Шаттла использовались как основные визуальные средства стыковки и расстыковки с ОС Мир. После стыковки кабельные разъемы осевой ТВ камеры и внешней ТВ камеры на шлюзовом отсеке были использованы для подсоединения переносной системы с микрофоном, динамиком и видеокамерой, которые включали несколько быстроразъемных соединений, чтобы систему можно было использовать в любом модуле ОС Мир. Работа телевизионных систем была вполне удовлетворительна.

3.3.14 Физические характеристики кораблей

Совместные чертежи кораблей, известные как документ 3402, были разработаны во время полета STS-63 для определения конфигурации и характеристик каждого корабля. Содержимое рисунков было расширено для STS-71 для включения конфигурации и характеристик Шаттла и ОС Мир в связке. Описания кораблей расширились и стали включать массово-инерционные характеристики, расположение антенн и двигателей, размещение стыковочных мишеней и камер, дренажных отверстий, огней, иллюминаторов и описания резервных конфигураций. Все эти критические физические данные, относящиеся к обоим кораблям, потребовались для того, чтобы выполнить планирование и анализ полета. Документ 3402 на протяжении всей программы использовался группами по безопасности и ВКД и для ознакомления экипажа. Этот документ перенесен в программу МКС.

3.4 Система стыковки

Стыковочная система, использованная во время совместных полетов НАСА-Мир обеспечивала надежное крепление и последующие механические и электрические соединения между Шаттлом и ОС Мир при стыковке Шаттла, выполняемой в ручном режиме управления. Последующие стыковка и открытие люков обеспечивали герметизированный проход между кораблями.

Стыковочная система для космического корабля Шаттл была разработана на основе АПАС-89, андрогинного периферийного агрегата стыковки (АПАС), который был создан для космического корабля Буран. Два агрегата АПАС, установленные на модуле Кристалл, находились на ОС Мир с 1990 года. Перед началом подготовительного периода программы Шаттл-Мир корабль Союз ТМ-16, также снабженный андрогинной системой стыковки, состыковался с АПАС-89 модуля Кристалл.

С 1995 г. по 1998 г. были выполнены девять стыковок Шаттла с ОС Мир (STS-71, 74, 76, 79, 81, 84, 86, 89, 91). С 1993 по 1995 гг. в ходе подготовки к STS-71 РКК Энергия спроектировала, разработала и сертифицировала для полета стыковочную систему для Шаттла "Атлантис" (OV-104). Компания Rockwell (сейчас BNA) установила АПАС на внешнем шлюзовом отсеке новейшей разработки и выполнила интеграцию с другими системами Шаттла (системы электроснабжения, управления, мониторинга, телеметрии) как единой системы. Объединенные системы АПАС и системы Шаттла получили название стыковочной системы Шаттла (ССШ). Агрегаты АПАС, инструменты, консоль управления и другое оборудование, также как и динамика и прочность стыковки, были разработаны и сертифицированы в РКК Энергия. Компоненты стыковочной системы были встроены вместе с компонентами Шаттла и были испытаны на электрическом макете ("brassboard") компании Rockwell. Работая совместно, эксперты НАСА, Rockwell и РКК Энергия выполнили испытания стыковочной системы в Rockwell, предполетные подготовки в космическом центре им. Кеннеди и обеспечили поддержку космическому полету.

Процесс стыковки Шаттл/Мир при полетах на ОС Мир состоит из семи этапов операций: выдвижение в исходное положение, захват, амортизация, выдвижение в исходное положение, стягивание, герметизация стыка и разделение. Этап выдвижения в исходное положение начинается тогда, когда кольцо с направляющими стыковочного механизма выводится из конечного положения в исходное положение готовности к стыковке. Когда

интерфейс стыковочного механизма находится в положении готовности к стыковке, отключаются защелки захвата механизма. Этап захвата начинается тогда, когда астронавты/космонавты выполняют маневр совмещения стыковочного порта Шаттла со стыковочным портом ОС Мир. Сближение интерфейсов Шаттла к ОС Мир определяется относительной скоростью между кораблями и маневрированием с поддержкой основными двигателями РСУ (ОДРСУ). Маневр по включению двигателей инициируется вручную экипажем Шаттла, после фиксирования датчиками начального контакта интерфейсов (или когда визуально можно определить, что двигатели в безопасном положении). Реакция Шаттла на включение двигателей ОДРСУ ведет к центровке трех лепестков колец с направляющими на каждом АПАС. После того, как произошло полное совмещение интерфейсов, закрываются защелки кольца захвата. Каждый из трех лепестков активного интерфейса оборудован устройством защелки, состоящим из двух защелок захвата. Три устройства защелок захвата находятся в состоянии пассивного зацепления. Каждое прикрепляется к корпусу, смонтированному на пассивном механизме, и работает независимо от двух остальных. Защелки сконструированы таким образом, что корабли могут выполнить безопасное расхождение в случае, если зацеплены только одна или две защелки. После зацепления всех трех устройств защелок исключены все возможные осевые вращения между интерфейсами и происходит "мягкая" стыковка. Этот процесс завершает этап захвата. После установки факта захвата процесс стыковки переходит в автоматический режим. Через пять секунд после срабатывания защелок кольца, оборудование переключается в режим высокого демпфирования, который предназначен для постепенного погашения колебаний относительного движения корабля. До перехода к режиму высокого демпфирования устройство ограничения нагрузок предотвращает перегрузки любого из кораблей во время сжатия механизма. После инициирования режима высокого демпфирования устройство ограничения нагрузок больше не эффективно в ограничении нагрузок.

После остановки относительного движения корабля механизм медленно устанавливается в положение полного выдвижения. По мере перемещения механизма в переднее положение относительная нецентрированность кораблей, обычно регулируемая АПАС, устраняется из системы. Для переднего положения имеется задержка операций при обнаружении индикации о центровке. После получения индикации о центровке, начинается этап стягивания. Стягивание начинается при зацеплении устройств блокировки механизма. Устройства блокировки удерживают механизм в жестком зацеплении и предотвращают относительную нецентрированность кораблей от скапливания при стягивании. В ходе этапа стягивания интерфейсы конструкции корабля соединяются и после установления окончательного положения начинается этап герметизации стыка. После зацепления активных и пассивных крюков замков стыковочного шпангоута выполняется обжатие уплотнений стыка и устройств расхождения. Защелки конструкции разделяются на две группы по шесть крюков на каждом корабле при интерфейсах. Каждая группа защелок состоит из пассивного кожуха и активной части защелки. Каждая активная защелка зацепляется с противоположным пассивным кожухом. После полного зацепления защелок интерфейсы конструкции предварительно загружены до требуемого уровня и выполнена "жесткая" стыковка. По окончании полета выполняется разгерметизирование туннеля для расстыковки. Защелки конструкции расцепляются и предварительно нагруженные устройства разделения обеспечивают импульс, необходимый для отталкивания кораблей. После того, как корабли разойдутся на безопасное расстояние, Шаттл выдает импульс на расхождение, завершая операцию расстыковки.

Полет Шаттла STS-74 значительно отличался от полета Шаттла STS-71 тем, что было необходимо выполнить стыковку с модулем Кристалл, который находился на боковом порте ОС Мир. Для выполнения такого задания был создан дополнительный стыковочный отсек с двумя агрегатами АПАС. АПАС Шаттла представлял измененный вариант с электроразъемами интерфейса для успешного управления двумя агрегатами АПАС: одним на ССШ и другим АПАС на стыковочном отсеке (через соединения интерфейса). Для этого полета на Шаттле находился АПАС с электроразъемами интерфейса и специальным устройством переключения для управления переключением тока. Конфигурация в целом была успешно разработана и испытана на Земле.

Операции стыковки для STS-74 были более расширенными по сравнению с другими полетами. АПАС кормовой части стыковочного отсека был состыкован с АПАС ССШ с помощью дистанционного манипулятора Шаттла. Затем, управление активным АПАС стыковочного отсека выполнялось с Шаттла через электроразъемы АПАС и он был пристыкован к модулю Кристалл. После расстыковки в ходе полета STS-74, стыковочный отсек остался на борту как часть ОС Мир. Все последующие стыковки выполнялись с АПАС стыковочного отсека.

Экспедиции с STS-71 по STS-86 осуществлялись на кораблях "Атлантис". Шаттл "Эндевор" (OV-105) был подготовлен для экспедиции STS-89 после того, как конфигурация ССШ была выполнена в соответствии с той, которая применялась для полета STS-74, с переключателем в цепи управления. АПАС, применяющийся в полете STS-71 и модифицированный в части электрических разъемов интерфейсов, использовался для той же цели. Разработка данной конфигурации проводилась в ходе подготовки к первому полету Шаттла по программе МКС (STS-88, полет 2A).

Шаттл "Дискавери" (OV-103) был подготовлен для полета STS-91 с усовершенствованной системой стыковки, разработанной для долговременного пользования по программе МКС. В данной системе применяется так называемый "нежесткий" АПАС с новой адаптивной амортизаторной системой, для которой предполагаются значительно более низкие нагрузки во время стыковки. Система управления данным агрегатом была соответствующим образом изменена, также были изменены полетные процедуры.

Все 9 стыковок и последующие расстыковки были выполнены по полной программе , фактически без каких-либо проблем в штатных режимах. В результате, во время Фазы 1 были полностью подтверждены: правильность используемых разработок, методы организации проведения совместных операций, методы сертификации, подготовка оборудования и полетных операций, а также подготовка экипажей и наземного персонала.

3.5 Накопленный опыт/применимость для МКС

3.5.1 Организационная структура и процесс деятельности

Организационной структурой деятельности специалистов из НАСА и РКК-Э по операциям и технической интеграции явилось их объединение в рамках одной рабочей группы, которое стало критически важным для достижения успеха при выполнении программы. Чрезвычайно ценным было то, что специалисты из НАСА и РКК-Э, ответственные за разные технические области, работали непосредственно друг с другом. Подобную структуру необходимо рассмотреть для осуществления работ по Программе МКС.

Первый полет со сближением (STS-63), первый полет со стыковкой (STS-71) и первый полет, включающий сборку (интеграция, транспортировка и сборка на орбите стыковочного отсека во время STS-74), содержали много мероприятий по технической интеграции и операциям, проведение которых необходимо для запуска МКС и последующих экспедиций для сборки станции. Другие полеты Шаттла к ОС Мир позволили доработать и уточнить использованные методы. Опыт, полученный руководящими и техническими специалистами НАСА и РКК-Э при подготовке и выполнению данных экспедиций, будет неоценим при его использовании в предстоящих экспедициях по Программе МКС.

3.5.2 Динамические и конструкционные характеристики КА и управление ориентацией

Завершено рассмотрение готовности Шаттла по обеспечению операций на орбите по Программе МКС в технической области, относящейся к динамическим, конструкционным характеристикам и комплексному контролю. Успешно продемонстрировано выполнение всех необходимых функций (сближение, операции в непосредственной близости, стыковка, управление ориентацией связки и устойчивость к нагрузкам). В экспедициях Шаттл/Мир использовались оборудование системы стыковки и операции на орбите, которые будут необходимы для экспедиций по Программе МКС. Кроме того, успешно работала усовершенствованная система управления Шаттла, доработанная с целью обеспечения управления большими космическими гибкими конструкциями, на основе которых может быть обеспечено управление во время критически важных полетов для сборки МКС.

Так же, как и СУДН "Шаттла", СУДН Мира впервые выполняла задачи по управлению ориентацией космической связки с массой, близкой к 250 тоннам. Проблемы управления, обусловленные нежесткостью подобной конструкции, были успешно решены. Управление обеспечивалось как реактивными двигателями, так и гиродинами. Проведённая в ходе нескольких экспериментов одновременная выставка инерциального базиса на Шаттле и на Мире позволила отработать процедуру привязки систем координат модулей, комплектующих станцию. Отработана процедура коррекции инерциального базиса одного модуля (Мира) с помощью данных о векторе состояния, получаемых от СУДН другого модуля (Шаттла). Опыт, накопленный при решении перечисленных выше задач, будет использован для решения аналогичных задач, стоящих перед СУДН МКС.

3.5.3 Жизнеобеспечение и терморегулирование

Во время полетов по программе Шаттл-Мир подтверждена правильность решений по интеграции систем жизнеобеспечения и терморегулирования. Системы контроля среды обитания Шаттла при штатной вентиляции между ОС Мир и Шаттлом не вызывали проблем в поддержании параметров атмосферы в совместном объеме в пределах допустимых величин. Приобретенный опыт может быть использован при операциях на МКС. Прежде всего это относится к совместным полетам МКС и Шаттла, однако данный опыт будет также полезен при интеграции систем американского и российского сегментов МКС.

Разработаны оборудование и методики переноса воды на ОС Мир, которые непосредственно могут быть применены для переноса воды на комплексе Шаттл/МКС. В течение первых пяти лет проведения операций по сборке МКС методики по переносу воды, разработанные во время фазы I, будут использоваться на МКС.

3.5.4 Связь

Разработанные схемы и документация по организации связи во время совместных полетов с STS-63 по STS-91 могут быть использованы в будущем и послужили основой для разработки документов и операций для МКС.

3.5.5 Инструменты и методики операций

Во время выполнения Программы НАСА и РКК-Э постоянно проводили работу по совершенствованию разработки технических инструментов и методик операций во всех технических областях. Очевидный дефицит мощности обнаружился в начале выполнения Программы и потребовалась лучшая эффективность в связи с сокращением времени подготовки к каждому полету. Программа Шаттл/Мир потребовала увеличения эффективности использования некоторых существующих технических инструментов и создания новых инструментов, используемых для операций во время полета в связке. Многие из этих инструментов могут применяться при выполнении Программы МКС.

Астронавт STS-86 и STS-91 Венди Лоренс выполняет операции по переносу грузов

Раздел 4 - Доставка и возвращение грузов

Авторы:

Павел Михайлович Воробьев, Сопредседатель подгруппы по планированию грузопотоков

Диэнна Думеснил, Сопредседатель подгруппы по планированию грузопотоков
Шэрон Касл, Сопредседатель подгруппы по планированию грузопотоков

Члены рабочей группы и лица, принимавшие участие в составлении раздела:

Владимир Башмаков, подгруппа по планированию грузопотоков
Юрий Коваленко, подгруппа по планированию грузопотоков
Борис Простаков, подгруппа по планированию грузопотоков
Геннадий Сизенцев, подгруппа по планированию грузопотоков
Виктор Табаков, подгруппа по планированию грузопотоков
Владимир Высоканов, подгруппа по планированию грузопотоков

Роберт Байфут, подгруппа по планированию грузопотоков

4.1. Сводные данные по доставленным и возвращенным грузам со станции «Мир» по программам «Мир-Шаттл», «Мир-НАСА»

В процессе реализации двух программ девять кораблей Шаттл осуществили стыковку со станцией «Мир» (STS-71, -74, -76, -79, -81, -84, -86, -89, -91).

Кораблями Шаттл на стацию «Мир» было доставлено **22893,33 кг** грузов в том числе:

1. Стыковочный отсек, пристыкованный к модулю «Кристалл» - **4096,22 кг**.
2. Российские грузы общей массой **8627,14 кг**:
   - Пищевые контейнеры с рационами питания - **2515,56 кг**;
   - Оборудование дооснащения - **4015,56 кг** (гиродины, аккумуляторные батареи, преобразователи тока, оборудование систем «Электрон-В», «Воздух», СТР, телеметрии, связи, вычислительного комплекса и т.д.);
   - Оборудование для обеспечения долговременного пилотированного полета - **1709,7 кг** (поглотительные патроны, оборудование для обеспечения анализа среды обитания, индивидуальное оборудование и снаряжение космонавтов, средства личной гигиены, контейнеры твердых отходов, емкости для воды, медицинские укладки, бортовая документация, посылки для экипажа и т.д.);
   - Оборудование для проведения ремонтно-восстановительных работ - **242,42 кг** (герметик, инструменты, спец. укладки для восстановления работы систем «Электрон-В», «Воздух», СТР, модуля «Спектр» и т.д.);
   - Оборудование научных экспериментов - **143,9 кг.**
3. Вода из систем корабля «Шаттл» - **5805,46 кг.**
4. Кислород и азот - **567,04 кг.**
5. Американское научное оборудование - **3768,44 кг**, включая оборудование для обеспечения совместной деятельности экипажей.
6. Оборудование КНЕС - **29,03 кг.**

Кораблями Шаттл со стации «Мир» было возвращено **7839,32 кг** грузов в том числе:

1. Российские грузы общей массой **3284,9кг**:
   - Оборудование научных экспериментов и различные носители информации - **314,68 кг** (фотопленки, видеокассеты, дискеты, дозиметры, оборудование «Оранжерея», модуль управления и контроля «Инкубатор 1М», контейнер-фиксатор яиц, контейнер с кассетами «Комза», различные пробозаборники и т.д.);
   - Оборудование для проведения исследований после длительной работы на станции, восстановления и повторного использования - **2532,65 кг** (гиродины, аппаратура ТОРУ, «Курс», система «Квант-В», оборудование «Кратер-В», аппаратура «АЛИС», приборы связи, оборудование систем «Электрон-В», «Воздух», СТР, створка солнечной батареи и т.д.);
   - Пустые пищевые контейнеры для загрузки американским рационном питания и повторного использования - **296,09 кг**;
   - Снаряжение и личные вещи космонавтов, символика и т.п. - **141,48 кг**.
2. Американское научное оборудование - **4479,72 кг**.
3. Оборудование ЕКА - **55,86 кг.**
4. Оборудование ДАРА - **7,74 кг.**
5. Оборудование КНЕС - **11,1 кг.**

Кораблями «Прогресс М» (№224, 226, 227, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 237, 236, 240, 238) на станцию «Мир» было доставлено **453,97 кг** американского научного оборудования.

Кораблями «Союз ТМ» (№ 73, 75) на станцию «Мир» было доставлено **4,97 кг** американского научного оборудования.

На модуле «Спектр» на станцию «Мир» было доставлено **705,47 кг** американского научного оборудования.

На модуле «Природа» на станцию «Мир» было доставлено **856,91 кг** американского научного оборудования.

Общая масса американского научного оборудования, доставленная на станцию «Мир» на модулях «Спектр» и «Природа», кораблях «Союз ТМ» и «Прогресс М», составила **2021,32 кг**.

Данные по грузопотоку на станцию "Мир" на кораблях "Шаттл" (программы "Мир-Шаттл", "Мир-НАСА")

Таблица 4.1

Год	№ полета	Номер "Шаттла"	Доставленное			Возвращенное	
			Российское оборудование, кг	Вода, кг	Американское научное оборудование, кг	Российское оборудование, кг	Американское научное оборудование, кг
1995	01	STS-71 Спейслэб	148,79	485 (технич.)	78,51	326,17	121
	02	STS-74 Российский стыковочный отсек	226,03	450,36 (50% - технич.; 50% - питьевая забракована)	139,1	172,09	171,55 (США) 9,12 (ЕКА)
1996	03	STS-76 (1 секция) СПЕЙСХЭБ	860,27	684,9 (365 - технич; 320 - питьевая)	477,23	331,85	115 (США) 22,54 (ЕКА)
	04	STS-79 (2 секции) СПЕЙСХЭБ	890,05	920,6 (559 - технич; 360 - питьевая)	591,5	410,73	328 (США) - наука 238,1 (США) - разное 23,7 (ЕКА)
1997	05	STS-81 (2 секции) СПЕЙСХЭБ	969,1	729,4 (50% - технич.; 50% -питьевая)	626,4	403,7	682,1
	06	STS-84 (2 секции) СПЕЙСХЭБ	1171,16	470,8 (50% - технич.; 50% -питьевая)	562,6	600,76	549,1 (США) 7,74 (ДАРА) 1,1 (КНЕС)
	07	STS-86 (2 секции) СПЕЙСХЭБ	1948,3	778,5 (50% - технич.; 50% -питьевая)	660,6	419,6	707,5 (США) 10 (КНЕС)
1998	08	STS-89 (2 секции) СПЕЙСХЭБ	1477,28	732,5 (50% - технич.; 50% -питьевая)	594,2	300,22	804,87 (США) 0,5 (ЕКА)
	09	STS-91 (1 секция) СПЕЙСХЭБ	936,16	553,4 (270 - технич.; 283 -питьевая)	38,3 (США) 29,03 (КНЕС)	319,78	762,5
		Σ Масса:	Σ 8627,14	Σ 5805,46	Σ 3768,44 - (США);	Σ 3284,9	Σ 4479,72 -(США);
					29,03 - (КНЕС)		Σ 55,86 - (ЕКА);
							Σ 11,1 -(КНЕС);
							7,74 (ДАРА)

Примечание: 1. Данные по грузопотоку в настоящей таблице взяты из совместных послеполетных отчетов рабочей группы.

Примечание: 2. Полет STS-71 выполнен по программе «Мир-Шаттл».

4.2. Состав российских грузов в полетах Шаттла к станции «Мир»

Ниже приводятся таблицы с подробными данными по доставленному и возвращенному российскому оборудованию кораблями «Шаттл» в процессе реализации программ «Мир-Шаттл» и «Мир-НАСА».

Доставленные российские грузы на STS-71 (программа «Мир-Шаттл»)

Таблица 4.2

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Коли-чество	Суммарная масса	Приоритет
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
УСИЛ ЭО19	115-9104-300	1060	550	400	2	80.00	1
Контейнер ПГ (в контейнер ПГ помещены 2шт. пищевых контейнеров с рационом питания - Σ масса 14.47кг , УТЭ и личные вещи ЭО19)	355ГК.3000А71-0	850	510	440	1	35.00	2
Пищевой контейнер (с рационом питания)	17КС.7860.200-01	380	305	123	1	8.79	3
Изделие "Браслет" ЭО19	К17.00.000.00	170	110	60	2	0.60	4
Индивидуальный дозиметр ИД-3М ЭО19	Хт2.805.602, IBMP-CPD-001	42	40	11	2	0.10	5
Укладка для герметизации	355ГК.4000-0	400	300	100	1	2.00	6
Механизм перерезания (для ВКД)	77КСО.1751А-0	1450	335	62	1	20.00	7
Ключ (для подтяжки винтов на поверхности ССВП)	11Ф732.Г40002-0-04-11	203	50.8	d9.5	1	0.20	8
Дополнительная бортовая документация ЭО19	-	203	250	76	1	1.00	9
Захват (инструмент для открытия защелок кольца АПАС)	33У.6516.003	485	170	30	1	1.10	Различное обор-ние
Σ МАССА						**148.79**	
Переданная ВОДА						**485**	
Кислород						**35.2**	
Азот						**40.0**	

Возвращенные российские грузы на STS-71 (программа «Мир-Шаттл»)

Таблица 4.3

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Коли-чество	Суммар-ная масса	Приори-тет
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
Изделие «Кентавр» ЭО18	К39.00.000.00	375	255	90	3	3,30	1
Аппаратура ТОРУ:							
Преобразователь однофазный статический ПОС-80РН	ИЖЕА.435.137.004	248	186	96	2	6,00	2
Прибор КХ97-010М	КХ2.517.000	448	334	130	2	19,40	3
Прибор БУПО	11Ф615.8372А55-0	306	285	114	1	9,56	4
Прибор БПС	17КС.30Ю2311-0	359	185	284	1	7,88	5
Блок радиопередатчика КЛ-108М	ТЭ2.015.226	315	250	114	1	4,80	6
Блок формирования команд БФК	11Ф615.8353А-0А55	375	230	211	1	7,94	7
Блок силовой коммутации БСК-1В	17КС.10Ю2704-0	221,5	194,5	76	2	3,56	8
Блок силовой коммутации БСК-2В	17КС.10Ю2706-0	221,5	194,5	76	1	1,74	9
Блок силовой коммутации БСК-5В	17КС.10Ю2708-0	221,5	194,5	76	1	2,04	10
Блок силовой коммутации БСК-7,5	17КС.10Ю2709-0	221,5	194,5	76	1	1,90	11
Блок силовой коммутации БСК-14	17КС.10Ю2713-0	221,5	194,5	76	2	3,48	12
Устройство 11М617-1 (ЦВУС-5)	ХА3.030.073	588	256	261	1	24,90	13
Прибор МС57301 (ПМО)	ЩИ3.057.127	301	195	49	7	18,24	14
Прибор ША294	ИЮ2.017.289	585	395	140	2	38,50	15
Аккумуляторная батарея (800А)	ИКШЖ.563534.007	465	278	530	1	74,00	16
Радиостанция «Корона СК»	ИХ2.000.221	135	125	115	1	2,92	17
Дозиметрическая сборка	IBMP-PRD-001	42	40	11	5	0,15	18
УСИЛ ЭО18	115-9104-300	1060	550	400	2	41,10	20
Пакет личных вещей ЭО18	-	230	200	100	2	4,00	21
Прибор ТА963А-16	ИЮ2.158.045-14	190	260	300	1	11,80	22
Блок силовой коммутации БСК-5	17КС.10Ю2707-0	221,5	194,5	76	1	1,92	23
Комплект книг и сувениров	-	550	300	200	1	7,70	24
Кассеты с пленкой, видеокассеты	-	342,9	203,2	203,2	1	3,60	25
Ручка (инструмент для открытия люка АПАС)	11Ф732.Г1021-0А	200	100	100	1	0,64*	Различное обор-ние
Захват (инструмент для открытия защелок кольца АПАС)	ЗЗУ.6516.003	485	170	30	1	1,10*	Различное обор-ние
УСИЛ НАСА1	115-9104-300	1060	550	400	1	24,00*	Различное обор-ние
∑ МАССА						**326,17**	

Примечание:

* - После полета данные позиции переданы НАСА.

Доставленные российские грузы на STS-74

Таблица 4.4

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Коли-чество	Суммар-ная масса	Приори-тет
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
Стыковочный отсек с солнечными батареями	**316ГК.0000-0**	**5094**	**4902**	**4510**	**1**	**4096,22***	
Пакет корпусов ЕДВ	355ГК.0010А74-0	643	d334	d230	1	11,20	1
Крышка в сборе ЕДВ	11Ф615.8711-180А151		d330	105	6	20,70	2
Переходник ЕДВ	11Ф615.8711-100А15	140	60	d40,5	1	0,30	3
Указатель заполнения ЕДВ	11Ф615.8711-210А15-1	47	d19	-	1	0,01	4
Пищевой контейнер (с российским рационом питания)	17КС.7860.200-01	380	305	123	21	132,40	5
Посылка от семьи экипажа (программа Шаттл-Мир, Фаза 1)	-				1	4,97	Различное обор-ние
Комплект адаптеров (адаптер - 17КС.2061-0, 2шт.)	355ГК.003.А74-0	195	160	95	1	0,58	Различное обор-ние
Прижимы	17КС.2062-10-10 17КС.2062-10-20 17КС.2062-10-30				6	0,00	Различное обор-ние
Грузы в стыковочном отсеке:							
Средства личной гигиены (СЛГ)	Хт4.160.603	225	120	140	10	9,50	
Средства личной гигиены (СЛГ-3)	Хт4.160.603-01	225	120	140	25	21,25	
Средства личной гигиены (СЛГ-Д)	Хт4.160.603-07	220	120	145	12	5,40	
Средства личной гигиены (СЛГ-Д)	Хт4.160.603-11	235	120	145	2	1,20	
Средство для волос	Хт4.160.640	225	140	120	2	0,80	
Укладка - Салфетки санитарные для поверхностей	Хт4.160.003	225	140	120	2	2,00	
Спортивное белье «Камелия-С»	К19.00.000.00	330	230	40	24	7,92	
Контейнер с кассетами для прибора "Комза"	Фд.3.394.017-050	157	238	124	2	7,80	
∑ МАССА						**226,03А**	
Переданная ВОДА						**450,36**	
Кислород						**26,80**	
Азот						**20,09**	

Примечание:

А - Суммарная масса по результатам контрольного взвешивания при передаче материальной ответственности в КЦК.

* - Масса стыковочного отсека с солнечными батареями (316ГК.0000-0) приведена для справки и в данной таблице не учитывается.

Возвращенные российские грузы на STS-74

Таблица 4.5

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Коли-чество	Суммар-ная масса	Приори-тет
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
Пенал с фотопленкой МАГ-70	-	-	d60	85	1	0,20	1
Пенал с фотопленкой А-12	-	-	d30	70	3	0,10	2
Пенал с фотопленкой 35 мм	-	-	d36	52	7	0,20	3
Контейнер с кассетами для прибора "Комза"	Фд.3.394.017-050	157	238	124	1	3,00	4
Пенал с фотопленкой СА-20М	-	385	d305	355	2	44,00	5
Пакет с флагом ООН	-	320	90	90	1	0,10	6
Прибор ША294	ИЮ2.017.289	400	142	597	1	19,00	7
ТА082 БНУ (Блок нормирующих устройств)	ИВЯФ.468173.049	216	180	86	1	2,00	8
Блок вакуумных клапанов (БВК)	17К.8711-0	318	267	241	5	35,00	9
Вакуумный насос	17К.8710-300	330	206	104	3	21,00	10
Пищевой контейнер (пустой)	17КС.7860.200-01	380	305	123	17	17,00	11
Дискеты эксперимента «Астра-2» (3,5``- 4шт. и 5,25``- 3шт.)	-	140	140	51	1	0,30	12
Видеокассеты Hi-8 (Алис)	-	61	114	114	3	0,30	13
Оранжерея. Блок управления.	КМ01.010.00	381	216	114	1	4,20	14
Оранжерея. Блок освещения.	КМ01.010.02.00	368	191	362	1	9,80	15
Видеокассеты Betakam SP	ВСТ-30МА	282	114	175	9	3,00	16
Пакет личных вещей космонавтов	-	230	200	100	4	10,00	Различное обор-ние
Емкость КАВ 6180 (конденсат атмосферной влаги 0,15л)	10360.6180.000	-	d82	193	1	0,50	Научное обор-ние
Контейнер-фиксатор яиц	101896-500				1	2,00	Научное обор-ние
Дозиметрическая сборка	IBMP-PRD-001	42	40	11	7	0,21	Научное обор-ние
Дозиметрическая сборка	IBMP-APD-001	110	63	21	1	0,18	Научное обор-ние
∑ МАССА						**172,09А**	

Примечание:

А - Суммарная масса по результатам контрольного взвешивания при передаче материальной ответственности в КЦК.

Доставленные российские грузы на STS-76

Таблица 4.6

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Коли-чество	Суммар-ная масса	Приори-тет
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
Изделие "Браслет" НАСА2	К17.00.000.00	170	110	60	1	0,3	1
УСИЛ НАСА2	115-9104-300	1060	550	400	1	36,00	2
Комплект «Анализ-3»	КМ09.066.00.00	215	110	20	1	0,35	3
Шланг («Анализ-3»)	77КСО.8210.100	850	d24,3		1	0,12	4
Пищевой контейнер (с рационом питания)	17КС.7860.200-01	380	305	123	36	221,00	5
Пакет корпусов ЕДВ	355ГК.0010А74-0	643	d334	d230	2	23,00	6
Крышка в сборе ЕДВ	11Ф615.8711-180А151		d330	105	12	42,40	7
Переходник ЕДВ	11Ф615.8711-100А15	140	60	d40,5	2	0,60	8
Указатель заполнения ЕДВ	11Ф615.8711-210А15-1	47	d19	-	2	0,02	9
Аккумуляторная батарея (800А)	ИКШЖ.563534.007	465	278	530	3	228,8	10
Преобразователь тока (ПТАБ-1)	ЕИГА.435.241.001-01ТУ	380	320	186	3	39,60	11
Модуль управления и контроля «Инкубатор 1М»	КМ10.064.00.00	355	308	355	1	10,00	12
Средства личной гигиены (СЛГ)	Хт4.160.603	225	120	140	14	13,10	13
Средства личной гигиены (СЛГ-3)	Хт4.160.603-01	225	120	140	35	29,50	14
Средства личной гигиены (СЛГ-Д)	Хт4.160.603-06	220	120	140	10	3,40	15
Средства личной гигиены (СЛГ-Д)	Хт4.160.603-07	220	120	145	5	1,90	16
Костюм «Пингвин-3»	КН-9030-400	330	200	170	3	9,30	17
Спортивное белье «Камелия-С»	К19.00.000.00	330	230	40	20	6,70	18
Блок Г16-М (гиродин) с элементами крепления	355ГК.0020А76-0	1040	d635	-	1	125,00	19
Пенал с фотопленкой СА-20М	-	385	d305	355	2	58,60	20
Индивидуальный дозиметр ИД-3М НАСА2	Хт2.805.602, IBMP-CPD-001	42	40	11	1	0,05	21
Мягкий контейнер (посылка от семей космонавтов)	11Ф615.Б11710-0А55	340	310	90	2	9,70	Различное обор-ние
∑ МАССА						**860,27А**	
Переданная ВОДА						**684,9**	
Кислород						**35,2**	
Азот						**20,0**	

Примечание:

А - Суммарная масса по результатам контрольного взвешивания при передаче материальной ответственности в КЦК.

Возвращенные российские грузы на STS-76

Таблица 4.7

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Коли-чество	Суммар-ная масса	Приоритет
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
Прибор К1-ВКА-03 с тремя приборами РТ-ВКА	ЯУ2.000.031	696	460	390	2	148,91	1
Прибор ПТС-250АТ-2	2АТ.949.098	290	255	135	2	10,12	2
Прибор 2Ф4-ВКА	ЯУ3.468.011	214,5	124	42	2	2,09	3
Блок Г16М (гиродин) с элементами крепления	355ГК.0020А76-0	1040	d635	-	1	120,53	4
Пенал с фотопленкой МАГ-70	-	-	d60	85	2	0,20	5
Пенал с фотопленкой А-12	-	-	d30	70	4	0,05	6
Пенал с фотопленкой 35 мм	-	-	d36	52	13	0,20	7
Фрагмент балки ГСТ	77КСТ.1220.01	-	d164	300	2	1,13	8
Пищевой контейнер (пустой)	17КС.7860.200-01	380	305	123	37	37,00	9
Перекидной клапан блока осушки системы «Воздух»	17К.8721-0				1	2,18	10
Пакет личных вещей космонавтов	-	230	200	100	2	9,76	Различное обор-ние
Емкость КАВ (с конденсатом)	10360.6180.000		d82	193	2	0,76*	Научное обор-ние
∑ МАССА						**331,85А**	

Примечание:

А - Суммарная масса по результатам контрольного взвешивания при передаче материальной ответственности в КЦК.

* - Масса емкостей КАВ (10360.6180.000) в данной таблице не учитывается.

Доставленные российские грузы на STS-79

Таблица 4.8

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Коли-чество	Суммар-ная масса	Приори-тет
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
Изделие "Браслет" НАСА3	К17.00.000.00	170	110	60	1	0,14	1
Индивидуальный дозиметр ИД-3М НАСА3	Хт2.805.602, IBMP-CPD-001	42	40	11	1	0,025	2
УСИЛ НАСА3	115-9104-300	1060	550	400	1	34,10	3
Блок продувки азотом	17КС.210Ю.1801-ОГУ	321	277	240	1	10,50	4
Пищевой контейнер (с рационом питания)	17КС.7860.200-01	380	305	123	37	238,53	5
Пакет корпусов ЕДВ	355ГК.0010А74-0	643	d334	d230	2	22,99	6
Крышка в сборе ЕДВ	11Ф615.8711-180А151		d330	105	12	41,00	7
Переходник ЕДВ	11Ф615.8711-100А15	140	60	d40,5	2	0,64	8
Указатель заполнения ЕДВ	11Ф615.8711-210А15-1	47	d19	-	2	0,023	9
Блок вакуумных клапанов (БВК)	17К.8711А-0	295	200	221	2	15,00	10
Средства личной гигиены (СЛГ)	Хт4.160.603	225	120	140	14	13,20	11
Средства личной гигиены (СЛГ-3)	Хт4.160.603-01	225	120	140	35	28,10	12
Средства личной гигиены (СЛГ-Д)	Хт4.160.603-06	220	120	140	10	3,45	13
Средства личной гигиены (СЛГ-Д)	Хт4.160.603-07	220	120	145	5	1,95	14
Костюм «Пингвин-3»	КН-9030-400	330	200	170	3	9,99	15
Спортивное белье «Камелия-С»	К19.00.000.00	330	230	40	20	6,72	16
Тренировочно-нагрузочный костюм унифицированный (ТНК)	ТНК-У-1-1321_000	360	260	180	1	1,54	17
Спортивная обувь НАСА3		340	140	100	1	0,82	18
Пенал с фотопленкой СА-20М	-	385	d305	355	2	55,93	19
Аккумуляторная батарея (800А)	ИКШЖ.563534.007	465	278	530	3	226,63	20
Преобразователь тока (ПТАБ-1)	ЕИГА.435.241.001-01ТУ	380	320	186	3	39,60	21
Костюм «Пингвин-3»	КН-9030-400	330	200	170	2	6,00	22
Мягкий контейнер (посылка для космонавтов от группы психологической поддержки)	11Ф615.Б11710-0А55	340	310	90	1	2,23	23
Мягкий контейнер (посылка от семей космонавтов)	11Ф615.Б11710-0А55	340	310	90	2	8,54	24
Письма	-				3	0,00	25
Блок Г16-М (гиродин) с элементами крепления	355ГК.0020А76-0	1040	d635	-	1	122,40	26
Σ МАССА						**890,05А**	
Переданная ВОДА						**918,5**	
Кислород						**42,0**	
Азот						**12,5**	

Примечание:

А - Суммарная масса по результатам контрольного взвешивания при передаче материальной ответственности в КЦК.

Возвращенные российские грузы на STS-79

Таблица 4.9

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Коли-чество	Суммар-ная масса	Приори-тет
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
Изделие «Кентавр» (НАСА 7)	К39.00.000.00	375	255	90	1	1,10	1
Прибор К1-ВКА-03 с тремя приборами РТ-ВКА	ЯУ2.000.031	696	460	390	2	148,70	2
Прибор ПТС-250АТ-2	2АТ.949.098	290	255	135	2	10,00	3
Прибор 2АОК1-ВКА	ЯУ2.008.050	256	242	62	2	3,45	4
Пробозаборник воздуха - В (одномоментный)	-	259	114	102	6	3,77	5
Пробозаборник воздуха - ВД (длительного действия)	-	302	157	102	4	4,54	6
Пробозаборник воздуха - АК-1 (укладка с поглотителем)	Хт4.160.007	150	50	10	3	0,30	7
Система «Квант-В»	ИЮ1.381.311	580	474	370	1	46,77	8
Пенал с фотопленкой МАГ-70	-	-	d60	85	2	0,41	9
Пенал с фотопленкой А-12	-	-	d30	70	2	0,00	10
Пенал с фотопленкой 35 мм	-	-	d36	52	11	0,20	11
Индивидуальный дозиметр ИД-3М	Хт2.805.602	42	40	11	2	0,23	12
Пенал с фотопленкой СА-20М	-	385	d305	355	2	53,73	13
Контейнер с кассетами для прибора "Комза"	Фд.3.394.017-050	157	238	124	1	3,73	14
Пищевой контейнер (пустой)	17КС.7860.200-01	380	305	123	35	29,27	15
Устройство нагревательное (Кратер В)	У12.983.020	830	430	405	1	69,36	16
Система управления «ОНИКС» (Кратер В)	У12.390.305	342	246	172	1	5,64	17
Пакет личных вещей космонавтов	-	230	200	100	2	2,91	18
Блок БУ ДПО	77КСО.2310-0	220	220	155	2	6,77	19
Блок ЛБ-1	ИХ2.000.216	327	285	161	2	13,82	20
Кольцо крепления гиродина	355ГК.0020А76-101		d635	170,5	1	4,40	21
Видеомагнитофон LIV	BVW-35P	348	296	140	1	6,63	22
Российские пробы крови	-				4	0,23*	Научное обор-ние
Скафандр «Орлан-ДМА» чехол-укладка	2АК-9000-6000-03 2АК-9803-300	1130	670	550	1	77,73*	Различное обор-ние
∑ МАССА						**415,73А**	

Примечание:

А - Суммарная масса по результатам контрольного взвешивания при передаче материальной ответственности в КЦК.

* - Масса этих позиций в данной таблице не учитывается. Пробы крови и Скафандр «Орлан-ДМА» после полета переданы НАСА.

Возвращенное индивидуальное оборудование американского астронавта НАСА 2 (Шэннон Люсид)

Таблица 4.10

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Количество	Суммарная масса	Приоритет №
		мм	мм	мм	шт.	кг	
Костюм «Пингвин-3», НАСА 2	КН-9030-400	330	200	170	1	3,09	
Гидрокомбинезон «Форель» НАСА 2	Г-9101-700	420	410	130	1	3,73	
Скафандр «Сокол КВ-2», НАСА 2	2АС-9000-1000	520	440	260	1	11,04	
∑ МАССА						**17,86**	

Примечание: После полета все позиции переданы НАСА.

Доставленные российские грузы на STS-81

Таблица 4.11

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Коли-чество	Суммар-ная масса	Приоритет
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
Изделие "Браслет" НАСА4	К17.00.000.00	170	110	60	1	0,14	1
УСИЛ НАСА4	115-9104-300	1060	550	400	1	34,80	2
Индивидуальный дозиметр ИД-3М НАСА4	Хт2.805.602. IBMP-CPD-001	42	40	11	1	0,05	3
Пищевой контейнер (с рационом питания)	17КС.7860.200-01	380	305	123	49	319,51	4
Пакет корпусов ЕДВ	355ГК.0010А74-0	643	d334	d230	2	22,97	5
Крышка в сборе ЕДВ	11Ф615.8711-180А151		d330	105	12	41,13	6
Переходник ЕДВ	11Ф615.8711-100А15	140	60	d40,5	2	0,45	7
Указатель заполнения ЕДВ	11Ф615.8711-210А15-1	47	d19	-	2	0,03	8
Средства личной гигиены (СЛГ)	Хт4.160.603	225	120	140	26	24,95	9
Средства личной гигиены (СЛГ-3)	Хт4.160.603-01	225	120	140	6	4,95	10
Средства личной гигиены (СЛГ-Д)	Хт4.160.603-06	220	120	140	27	9,22	11
Средства личной гигиены (СЛГ-Д)	Хт4.160.603-07	220	120	145	5	2,04	12
Костюм «Пингвин-3»	КН-9030-400	330	200	170	6	18,01	13
Спортивное белье «Камелия-С»	К19.00.000.00	330	230	40	35	11,53	14
Тренировочно-нагрузочный костюм унифицированный (ТНК)	ТНК-У-1-1321_000	360	260	180	3	4,59	15
Спортивная обувь	-	340	140	100	1	0,75	16
Спальный мешок СПМ-2МН	170-9061-00		d260	370	4	14,26	17
Пенал с фотопленкой СА-20М	-	385	d305	355	2	57,48	18
Аккумуляторная батарея (800А)	ИКШЖ.563534.007	465	278	530	3	227,95	19
Преобразователь тока (ПТАБ-1)	ЕИГА.435.241.001-01ТУ	380	320	186	2	32,55	20
Блок Г16-М (гиродин) с элементами крепления (включая кольцо)	355ГК.0020А76-0	1040	d635	-	1	125,40	21
Мягкий контейнер (посылка для космонавтов от группы психологической поддержки)	11Ф615.Б11710-0А55	340	310	90	1	1,91	22
Мягкий контейнер (посылка от семей космонавтов)	11Ф615.Б11710-0А55	340	310	90	2	4,23	23
Контейнер с кассетами для прибора "Комза"	Фд.3.394.017-050	157	238	124	1	2,37	24
Письма	-				3	0,00	25
LiOH - Поглотители CO2 (США)			d172,7	287	9	28,62*	26
Пособие по внешней конфигурации Орбитального комплекса Мир		304,8	228,6	25,4	1	1,14	27
Адаптер АЛИС	355ГК.0040А81-101				1	7,85	Временный перенос
Σ МАССА						**969,1 А**	
Переданная ВОДА						**729,4**	
Кислород						**26,2**	
Азот						**19,1**	

Примечание:

А - Суммарная масса по результатам контрольного взвешивания при передаче материальной ответственности в КЦК.

* - Масса 9 шт. Поглотителей CO2 (США) в данной таблице не учитывается.

Возвращенные российские грузы на STS-81

Таблица 4.12

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Коли-чество	Суммар-ная масса	Приори-тет
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
Изделие «Кентавр» (НАСА 7)	К39.00.000.00	375	255	90	1	0,86	1
Прибор К1-ВКА-03 с тремя приборами РТ-ВКА	ЯУ2.000.031	696	460	390	2	148,90	2
Прибор ПТС-250АТ-2	2АТ.949.098	290	255	135	2	10,66	3
Прибор 2АОК1-ВКА	ЯУ2.008.050	256	242	62	1	1,72	4
Прибор РТ-ВКА	ЯУ2.998.054	114	96	30	1	0,27	5
Прибор КХ97-010М	КХ2.517.000	448	334	130	1	10,76	6
Преобразователь однофазный статический ПОС-80РН	ИЖЕА.435.137.004	248	180	95,5	1	2,95	7
Блок БПС	17КС.30Ю2311-0	359	185	284	1	8,04	8
Блок БУПО	11Ф615.8372А55-0	306	285	275	1	9,58	9
Блок БУ ДПО	77КСО.2310-0	220	220	155	2	6,95	10
Пенал с фотопленкой СА-20М	-	385	d305	355	2	49,00	11
Блок оптики и электроники (АЛИС)	F/ALI/91/001-002	950	600	320	1	63,50	12
Контейнер термостатов «Антарес» (АЛИС)	F/FLI/91/003	540	430	300	1	27,00	13
Укладка дополнительных элементов (АЛИС)	-		d250	80	1	1,18	14
Видеокассета AMPEX-733	-	295	180	55	1	1,32	15
Съёмная кассета-контейнер СКК-9	Э10934-090-0	255	215	42	1	1,90	16
Съёмная кассета-контейнер СКК-10	Э10934-090-0	255	215	42	1	1,90	17
Пенал с фотопленкой МАГ-70	-	-	d60	85	1	0,09	18
Пенал с фотопленкой А-12	-	-	d30	70	2	0,04	19
Пенал с фотопленкой 35 мм	-	-	d36	52	15	0,32	20
Индивидуальный дозиметр ИД-3М (НАСА3)	Хт2.805.602	42	40	11	1	0,04	21
Регулятор перепада давления (РПД)	17КС.21Ю.6086-0		d210	125,4	1	2,36	22
Вакуумный насос	17К.8710-300	330	206	104	1	7,20	23
Блок вакуумных клапанов (БВК)	17К.8711А-0	298	205	222	1	7,40	24
Пищевой контейнер (пустой)	17КС.7860.200-01	380	305	123	34	31,90	25
Пакет личных вещей космонавтов	-	230	200	100	2	3,50	26
Кольцо крепления гиродина	355ГК.0020А76-101		d635	170,5	1	5,40	27
Емкость КАВ 6180 (конденсат атмосферной влаги)	10360.6180.000	-	d82	193	4	1,59*	Научное обор-ние
∑ МАССА						**403,7 А**	

Примечание:

А - Суммарная масса по результатам контрольного взвешивания при передаче материальной ответственности в КЦК.

* - Масса емкостей КАВ 6180 в данной таблице не учитывается.

Возвращенное индивидуальное оборудование американского астронавта НАСА 3 (Джон Блаха)

Таблица 4.13

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Количество	Суммарная масса	Приоритет №
		мм	мм	мм	шт.	кг	
УСИЛ. НАСА 3	115-9104-300	1060	550	400	1	32,36	
Костюм «Пингвин-3», НАСА 3	КН-9030-400	330	200	170	3	9,14	
Спальный мешок СПМ-2МН. НАСА 3	170-9061-00	370	d260	-	1	2,95	
∑ МАССА						**44,45**	

Примечание: После полета все позиции переданы НАСА.

Доставленное российское оборудование на STS-84

Таблица 4.14

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Коли-чество	Суммар-ная масса	Приори-тет
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
Изделие "Браслет"	К17.00.000.00	170	110	60	1	0,09	1
УСИЛ	115-9104-300	1060	550	400	1	34,00	2
Индивидуальный дозиметр ИД-3М	Хт2.805.602	42	40	11	1	0,045	3
Пищевой контейнер (с рационами питания)	17КС.7860.200-01	380	305	123	48	322,74	4
Блок жидкостной «Электрон-В» с защитными крышками	10134.5003.00.000 355ГК.0050 А84-0	1328	430	341	1	137,90	5
Блок управления системы «Электрон-В»	10134.4470.00.000	350	320	237	1	8,40	6
Укладка оборудования для системы «Электрон-В»		220	180	80	1	1,40	7
Укладка оборудования для системы «Воздух»		370	190	110	1	6,10	8
Укладка оборудования для СТР			d400	230	1	8,77	9
Пакет корпусов ЕДВ	355ГК.0010А74-0	643	d334	d230	2	24,24	10
Крышка в сборе (ЕДВ)	11Ф615.8711-180А15-1		d330	105	12	41,40	11
Переходник (ЕДВ)	11Ф615.8711-100А15	140	60	d40,6	2	0,24	12
Указатель заполнения (ЕДВ)	11Ф615.8711-210А15-1		47	d19	2	0,08	13
Медицинские укладки	Хт4.160.608-П4, Хт4.160.608-П5	225	145	75	2	0,46	14
Блок Г16М (гиродин) с элементами крепления	355ГК.0020А76-0		1040	d635	1	125,00	15
Блок Г15М	6АГ.369.641	465	310	306	1	25,15	16
Блок Г16-5	6АГ.369.835	571	300	200	1	21,00	17
Модуль связи интерфейсов (МСИ)	ХА3.035.122	250,5	150,5	85,5	1	3,35	18
Блок 800А (Аккумуляторная батарея)	ИКШЖ.563534.007	465	278	530	3	227,62	19
ПТАБ-1 (Преобразователь тока)	ЕИГА.435.241.001-01	380	320	186	1	13,17	20
Прибор ША294 (передатчик)	ИЮ2.017.289	585	395	140	1	19,20	21
Контейнер твердых отходов (КТО)	А8-9060-500		453	d330	6	19,84	22
Поглотительные патроны LiOH (США)			d172,7	287	12	38,16	23
Средства личной гигиены (СЛГ)	Хт4.160.603	225	120	140	14	13,21	24
Средства личной гигиены (СЛГ-3)	Хт4.160.603-01	225	120	140	35	29,56	25
Средства личной гигиены (СЛГ-Д)	Хт4.160.603-06	220	120	140	10	3,41	26
Средства личной гигиены (СЛГ-Д)	Хт4.160.603-07	220	120	145	5	1,91	27
Костюм «Пингвин-3»	КН-9030-400	330	200	170	3	9,03	28
Спортивное белье «Камелия-С»	К19.00.000.00	330	230	40	35	11,67	29
Тренировочно-нагрузочный костюм унифицированный (ТНК)	ТНК-У-1-1321_000	360	260	180	1	1,45	30
Спортивная обувь		340	140	100	1	1,00	31
Спальный мешок СПМ-2МН	170-9061-00		d260	370	1	3,41	32
Укладка с поглотителями к АК-1	Хт4.160.007	170	55	13	3	0,30	33
Упаковка для ТГК	355ГК.0060А84-10 355ГК.0060А84-20		d250	300	1	1,96	34
Мягкий контейнер (посылка для космонавтов от группы психологической поддержки)	11Ф615.Б1710-0А55	340	310	90	1	5,22	35
Мягкий контейнер (посылка от семей космонавтов)	11Ф615.Б1710-0А55	340	310	90	2	10,67	36
∑ МАССА						**1171,16А**	
Переданная ВОДА						**470,8**	
Кислород						**22**	
Азот						**18,5**	

Примечание:

А - Суммарная масса по результатам контрольного взвешивания при передаче материальной ответственности в КЦК.

Возвращенное российское оборудование на STS-84

Таблица 4.15

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Количество	Суммарная масса	Приоритет
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
Изделие "Кентавр"	К39.00.000.00	375	255	90	1	0,55	1
Прибор К1-ВКА-35 с 3-мя приборами РТ-ВКА	ЯУ2.000.036	696	460	390	1	74,45	2
Прибор К1-ВКА-03 с одним прибором РТ-ВКА	ЯУ2.000.031-03	696	460	390	1	71,55	3
Прибор ПТС-250АТ-2	2АТ.949.098	290	255	135	1	4,82	4
Прибор 2Ф4-ВКА	ЯУ3.468.011	214,5	124	42	2	2,18	5
Блок жидкостной «Электрон-В» с защитными крышками	10134.5003.00.000, 355ГК.0050 А84-0	1328	430	341	1	135,30 *	6
Прибор ЩА009	ИЮ2.007.016	280	80	170	1	2,40	7
Прибор ША294	ИЮ2.017.289	585	395	140	3	57,90	8
Пенал с фотопленкой СА-20М	-	385	d305	355	2	54,14	9
Аппаратура МОЦА-02	ХА2.082.035	560,5	260,5	258,5	1	19,66	10
Пенал с фотопленкой 35 мм	-		d36	52	6	0,18	11
Кассеты AMPEX-733	-	295	180	55	1	1,35	12
Индивидуальный дозиметр ИД-3М	Хт2.805.602	42	40	11	1	0,05	13
Фильтр ФОА	10191.5274.000	230	d248		1	6,50	14
Патрон ЗПЛ-1	10133.4029.000	300	309	342	2	30,90	15
Твердотопливный генератор кислорода (ТГК) с упаковкой	6477.000	720	280	235	1	9,72	16
Укладка с поглотителями к АК-1	Хт4.160.007	170	55	13	1	0,10	17
Кольцо крепления гиродина	355ГК.0020А76-101		d635	170,5	1	4,39	18
Камера горения (ЭУ «Скорость»)	17КС.70Ю.1001-0	360	218	124	1	1,90	19
Дискета 3.5`с экспериментом «Астра-2»	-	104	104	4,0	3	0,05	20
Трубопровод СРВ-К2	-	1700, 350	d30, d8		1	2,00	21
Пакет личных вещей космонавта	-	230	200	100	2	1,16	22
Гитара акустическая	РСТ РСФСР 83-72	940	340	110	1	1,69	23
Пищевой контейнер (пустой)	17КС.7860.200-01	380	305	123	63	117,82	24
Емкость КАВ (с конденсатом)	10360.6180.000		d82	193	2	0,91*	Научное обор-ние
∑ МАССА						**600,76А**	

Примечание: * - Масса емкостей КАВ (10360.6180.000) в данной таблице не учитывается.

А - Суммарная масса по результатам контрольного взвешивания при передаче материальной ответственности в КЦК

Возвращенное индивидуальное оборудование американских астронавтов НАСА 3 и НАСА 4 (Джерри Линенджер)

Таблица 4.16

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Коли-чество	Суммар-ная масса	Приори-тет
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
Скафандр «Сокол КВ-2», НАСА 3 (Дж. Блаха)	2АС-9000-1000	520	440	260	1	9,55	
Скафандр «Сокол КВ-2», НАСА 4 (Дж. Линенджер)	2АС-9000-1000	520	440	260	1	9,05	
Костюм «Пингвин-3», НАСА 4	КН-9030-400	330	200	170	4	12,32	
Спальный мешок СПМ-2МН, НАСА 4	170-9061-00	370	d260	-	2	6,72	
Перчатки скафандра «Орлан-М»	ГП- 10К-2-1060026	300	120	120	1 пар.	1,14	
Чехол Укладки СИЛ, НАСА4	115-9104-340				1	0,80	
Ложемент, НАСА4 (из УСИЛ)	ДМ.Л				1	4,90	
Легкосъемный груз, НАСА4 (из УСИЛ)	ДМ.Л				1	3,50	
∑ МАССА						**47,98**	

Примечание: После полета все позиции переданы НАСА.

Доставленное российское оборудование на STS-86

Таблица 4.17

Наименование	Обозначение	Габариты			Коли-чество	Суммар-ная масса	Приори-тет
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
Изделие "Браслет" НАСА6	К17.00.000.00	170	110	60	1	0,15	1
УСИЛ НАСА6	115-9104-300	1060	550	400	1	30,85	2
Индивидуальный дозиметр ИД-3М НАСА6	Хт2.805.602	42	40	11	1	0,025	3
Пищевой контейнер (с рационами питания)	17КС.7860.200-01	380	305	123	80	484,17	4
Блок наддува переносной (БНП) (заправленный)	11Ф732.Б1721-0А101	386	750	362	3	131,00	5
Устройство 11М617-1 (ЦВУС-5)	ХА3.030.073	588	256	261	1	25,02	6
Пакет корпусов ЕДВ	355ГК.0010А74-0	643	d 334	d 230	1	11,15	7
Крышка в сборе (ЕДВ)	11Ф615.8711-180А15-1		d 330	105	6	20,35	8
Переходник (ЕДВ)	11Ф615.8711-100А15	140	60	d 40,5	1	0,26	9
Указатель заполнения (ЕДВ)	11Ф615.8711-210А15-1	47	d 19		1	0,01	10
Контейнер твердых отходов (КТО)	А8-9060-500	453	d 330		5	16,50	11
Блок вакуумных клапанов (БВК)	17К.8711А-0	295	200	221	2	15,46	12
Блок Г16М (Гиродин) с элементами крепления	355ГК.0020А76-0	1040	d 635		1	122,58	13
Блок Г15М	6АГ.369.641	456	340	306	1	25,20	14
Блок Г16-5	6АГ.369.835	571	300	200	1	20,70	15
Блок 800А (Аккумуляторная батарея)	ИКШЖ.563534.007	465	278	530	9	682,25	16
ПТАБ-1 (Преобразователь тока)	ЕИГА.435.241.001-01	380	320	186	2	26,58	17
Средства личной гигиены (СЛГ)	Хт4.160.603	225	120	140	25	23,47	18
Средства личной гигиены (СЛГ-3)	Хт4.160.603-01	225	120	140	40	33,74	19
Средства личной гигиены (СЛГ-Д)	Хт4.160.603-06	220	120	140	20	6,74	20
Средства личной гигиены (СЛГ-Д)	Хт4.160.603-07	220	120	145	5	1,85	21
Костюм "Пингвин-3"	КН-9030-400	330	200	170	5	16,07	22
Спортивное белье "Камелия-С"	К19.00.000.00	330	230	40	60	18,43	23
Тренировочно-нагрузочный костюм унифицированный (ТНК)	ТНК-У-1-1321.000	360	260	180	1	1,51	24
Спортивная обувь	-	340	140	100	1	0,81	25
Спальный мешок СПМ-2МН	170-9061-00		d 260	370	1	3,49	26
Средства фиксации оператора для ремонта СБ:							
Основание (с тягой)	Э77КСО-3157-520	600	460	235	2	8,50	27
Якорь	Э77КСО-3157-540	550	550	230	2	7,80	28
Стойка	77КМ-3157-360	1350	500	60	2	1,79	29
Штанга	Э77КСО-3157-550	996	132	40	2	3,60	30
Стойка	Э77КСО-3157-300	270	d 100		2	1,09	31
Средства ремонта СБ:							
Балка	77КСО-5805-100	1280	470	400	1	18,31	32
Кронштейн (для варианта №2)	77КСО-5805-301	400	230	240	1	6,26	33

Доставленное российское оборудование на STS-86 (продолжение)

Таблица 4.17 (продолжение)

Наименование	Обозначение	Габариты			Коли-чество	Суммар-ная масса	Приори-тет
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
Механизм герметизации ниши СБ:							
Узел герметизации (с принадлежностями)	-		d 800	581	1	66,40	34
Штурвал	77КСО-5806-300	760	155	135	1	2,80	35
Средства герметизации корпуса:							
Установка для нанесения герметика	17КС.Б9640-0	620	420	230	4	44,54	36
Прижим	17КС.Б9329-5000	500	300	120	2	7,08	37
Укладка цанг из 8шт.	17КС.Б9329-5020	180	120	120	1	2,83	38
Укладка цанг из 12шт.	17КС.Б9329-5030	250	120	120	1	4,20	39
Прижим	17КС.Б9329-6000	300	260	250	2	5,63	40
Прижим	17КС.Б9329-7000	300	260	150	2	4,78	41
Щетка	17КС.Б9329-240	375	140	50	2	0,83	42
Комплект крышек	17КС.Б9329-8000	300	210	300	1	6,60	43
Пылесборники для пылесоса (США)	SEG39123308-301				10	0,45	44
Мягкий контейнер (Посылка для космонавтов от группы психологической поддержки)	11Ф615.Б1710-0А55	340	310	90	1	3,90	45
Мягкий контейнер (Посылка от семей космонавтов)	11Ф615.Б1710-0А55	340	310	90	2	6,85	46
Поглотительные патроны LiOH (США)	-		d172,7	287	8	25,44	47
Видеокассета VHS с инструкцией по ремонту модуля «Спектр»	МГ-И	180	100	20	1	0,23	
Защитные крышки с элементами крепления (для БЖ системы «Электрон-В»)	355ГК.0050А84-50 355ГК.0050А84-20		d 353 d 380	71 155	1 1	6,45*	Времен. перенос
∑ МАССА						**1 948,27А**	
Переданная ВОДА						**780**	
Кислород						**34**	
Азот						**59**	

Примечание:

* - Масса защитных крышек с элементами крепления (для БЖ системы «Электрон-В») в данной таблице не учитывается.

А - Суммарная масса по результатам контрольного взвешивания при передаче материальной ответственности в КЦК.

Возвращенное российское оборудование на STS-86

Таблица 4.18

Наименование	Обозначение	Габариты			Масса расчет. 1 шт.	Коли-чество	Суммар-ная масса	Приори-тет
		мм	мм	мм	кг	шт.	кг	№
Изделие "Кентавр"	К39.00.000.00	375	255	90	1,10	1	1,10	1
Прибор К1-ВКА-03 с одним прибором РТ-ВКА	ЯУ2.000.031-03	696	460	390	69,50	1	71,50	2
Прибор 2Ф4-ВКА	ЯУ3.468.011	214,5	124	42	1,05	1	1,10	3
Сорбентный набор	ССК 0697	410	250	230	6,5	1	5,90	4
Блок жидкостной (система Электрон-В) с защитными крышками	10134.5003.00.000, 355ГК.0050А84-0	1328	430	341	134,1	1	138,05	5
Блок управления (система «Электрон-В»)	10134.4470.00.000	350	320	237	8,5	1	8,15	6
Вентилятор	17К.8710-380	367	d 120		4,00	4	14,90	7
Устройство 11М617-1 (ЦВУС-5)	ХА3.030.073	588	256	261	28,00	1	24,70	8
Блок вакуумных клапанов (БВК)	17К.8711А-0	295	200	221	7,3	2	14,20	9
Моноблок ЩА003	ИЮ2.000.166	710	576	270	46,6	1	47,45	10
Видеокассета Hi-8	E5-90-HMEX	110	75	20	0,10	4	0,40	11
Индивидуальный дозиметр ИД-3М (НАСА 5)	Хт2.805.602	42	40	11	0,05	1	0,025	12
Кольцо крепления гиродина	355ГК.0020А76-101		d635	170,5	5,40	1	4,45	13
Пищевой контейнер (пустой)	17КС.7860.200-01	380	305	123	1,00	55	55,00	14
Пакет личных вещей космонавта	-	230	200	100	3,00	3	8,25	15
Платформа научной аппаратуры ПНА-2	17КС.2482-0	820	300	150	10,62	1	9,55	16
Платформа научной аппаратуры ПНА-3	17КС.2483-0	820	300	150	17,85	1	11,90	17
Пробоотборник АК-1	Хт4.160.007	150	50	10	0,1	1	0,05	18
Укладка проб конденсата	11Ф615.8615-0А15	310	100	60	0,21	1	0,21	19
Видеокассета Betacam SP	BCT-30MA	175	115	31	0,31	9	2,95	20
∑ МАССА							**419,6А**	

Примечание:

А - Суммарная масса по результатам контрольного взвешивания при передаче материальной ответственности в КЦК.

Возвращенное индивидуальное оборудование американского астронавта НАСА 5 (Майкл Фоэл)

Таблица 4.19

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Количество	Суммарная масса	Приоритет
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
УСИЛ. НАСА 5	115-9104-300	1060	550	400	1	34,00	
Костюм «Пингвин-3», НАСА 5	КН-9030-400	330	200	170	**1**	3,00	
Спальный мешок СПМ-2МН, НАСА 5	170-9061-00	370	d260	-	1	3,41	
Тренировочно-нагрузочный костюм унифицированный (ТНК), НАСА 5	ТНК-У-1-1321.000	360	260	180	1	1,45	
Спортивная обувь, НАСА 5	-	340	140	100	1	1,00	
Полетный костюм ПК-14	2АГ-9004-1000				1	1,75	
Набор белья (футболки, носки и т.д.)	-				-	?	Состав не определялся
Комбинезон оператора	К41.00.000.00				3	2,10	
Укладка ИЗОГ №53	Хт2.787.001				1	0,50	
Футляр с набором личной гигиены «Комфорт-1»	Хт6.875.057 Хт2.945.602				1	1,00	
∑ МАССА						**48,21**	

Примечание: После полета все позиции переданы НАСА.

Доставленное российское оборудование на STS-89

Таблица 4.20

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Количество	Суммарная масса	Приоритет
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
Изделие "Браслет" (НАСА 7)	К17.00.000.00	170	110	60	1	0,15	1
УСИЛ (НАСА 7)	115-9104-300	1060	550	400	1	31,14	2
Индивидуальный дозиметр ИД-3М	Хт2.805.602	42	40	11	1	0,025	3
Пищевой контейнер (с совместным рационом питания)	17КС.7860.200-01	380	305	123	77	453,15	4
Блок наддува переносной (БНП) (заправленный)	11Ф732.Б1721-0А101	368	750	362	2	86,40	5
Пакет корпусов ЕДВ	355ГК.0010А74-0	643	d334	d230	2	22,40	6
Крышка в сборе (ЕДВ)	11Ф615.8711-180А15-1		d330	105	12	40,75	7
Переходник (ЕДВ)	11Ф615.8711-100А15	140	60	d40,5	2	0,54	8
Указатель заполнения (ЕДВ)	11Ф615.8711-210А15-1	47	d19	-	2	0,03	9
Контейнер для твердых отходов (КТО)	А8-9060-500	453	d330	-	4	13,28	10
Блок кондиционирования воздуха (БКВ-3) с защитной крышкой	КВО.6705.00.000	615	625	855	1	82,35	11
Компрессорная установка (БКВ-3)	КВО.1565.000-01	350	d200	-	1	24,99	12
Устройство 11М617-10 (ЦВУС-5)	ХА3.030.073	588	256	261	1	24,99	13
Блок 11М617-2 (ЦМО) с двумя кабелями для ЦМО	ХА3.031.104	250,5	275,5	158,5	1	9,44	14
Мягкий КБО	11Ф615.8715-0А15-01	310	310	100	10	8,35	15
Блок Г16М (гиродин) с элементами крепления	355ГК.0020А76-0	1040	d635	-	1	125,00	16
Блок Г15М	6АГ.369.641	456	340	306	1	25,00	17
Блок Г16-5	6АГ.369.835	571	300	200	1	20,75	18
Аккумуляторная батарея (Блок 800А)	ИКШЖ.563534.007	465	278	530	4	304,80	19
Преобразователь тока (ПТАБ-1)	ЕИГА.435.241.001-01	380	320	186	3	40,22	20
Средства личной гигиены (СЛГ)	Хт4.160.603	225	120	140	25	23,44	21
Средства личной гигиены (СЛГ-3)	Хт4.160.603-01	225	120	140	60	50,39	22
Средства личной гигиены (СЛГ-Д)	Хт4.160.603-06	220	120	140	20	6,97	23
Средства личной гигиены (СЛГ-Д)	Хт4.160.603-07	220	120	145	5	2,11	24
Костюм "Пингвин-3"	КН-9030-400	330	200	170	5	14,72	25
Спортивное белье "Камелия-С"	К19.00.000.00	330	230	40	60	19,55	26
Тренировочно-нагрузочный костюм унифицированный (ТНК)	ТНК-У-1-1321.000	360	260	180	1	1,50	27
Спортивная обувь	-	340	140	100	1	0,90	28
Спальный мешок СПМ-2МН	170-9061-00	-	d260	370	1	3,31	29
Мягкий контейнер (Посылка для космонавтов от группы психологической поддержки)	11Ф615.Б1710-0А55	340	310	90	1	5,88	30
Мягкий контейнер (Посылка от семей космонавтов)	11Ф615.Б1710-0А55	340	310	90	2	9,25	31
Блок Г15М	6АГ.369.641	456	340	306	1	25,50	32
∑ МАССА						**1 477,28А**	
Переданная ВОДА						**732,5**	
Кислород						**25,64**	
Азот						**60,6**	

Примечание:

А - Суммарная масса по результатам контрольного взвешивания при передаче материальной ответственности в КЦК.

Возвращенное российское оборудование на STS-89

Таблица 4.21

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Коли-чество	Суммар-ная масса	Приори-тет
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
Изделие "Кентавр" (НАСА 6)	К39.00.000.00	375	255	90	1	1,10	1
Блок Г16М (гиродин) с элементами крепления	355ГК.0020А76-0	1040	d635	-	1	125,80	2
Синхронизатор КЛ106А	ТЭ2.050.956	263	244	218	1	6,10	3
Створка солнечной батареи (МСБ) в конверте транспортировочном	17КС.5810-0; 11Ф615.Б1700-500А55.37	1370	700	390	1	44,55	4
Пенал с фотопленкой МАГ-70	-	-	d60	85	8	1,05	5
Пенал с фотопленкой А-12	-	-	d30	70	22	0,50	6
Пенал с фотопленкой 35 мм	-	-	d36	52	32	1,10	7
Компрессорная установка (БКВ-3)	КВО.1565.000-01	350	d200	-	1	22,30	8
Блок 11М617-2 (ЦМО)	ХА3.031.104	250,5	275,5	158,5	1	9,10	9
Устройство 11М617-1 (ЦВУС-5)	ХА3.030.073	588	256	261	1	25,00	10
Кассета СКК-11	Э10934-090-0	225	215	42	1	1,80	11
Блок вентиляторов ВР-5	2АГ-7838-1000-02	130	240	170	1	2,15	12
Аппаратура «Платан-Н» № 5	-	426	447	113	1	7,10	13
Панель «Компласт» №4	77КСД-7912-200	400	250	40	1	2,05	14
Блок обработки команд БОК ИГЛА	37КЭ.2111-0	285	232	377	1	10,65	15
Индивидуальный дозиметр ИД-3М (НАСА 6)	Хт2.805.602	42	40	11	1	0,05	16
Видеокассета AMPEX-733	-	295	180	55	1	1,35	17
Пищевой контейнер (пустой)	17КС.7860.200-01	380	305	123	5	5,10	18
Пакет личных вещей космонавта	-	340	310	90	3	12,97	19
Замок	77КСД-5361-200	90	75	60	1	0,45	20
Фрагмент тяги	77КСД-5361-120	200	90	70	1	0,95	21
Болт	-				1	0,00	22
Защитная крышка БКВ-3	355ГК.0070А89-101	615	625	382	1	6,80	23
Насос откачки конденсата (НОК)	5033В	190	130	82	5	5,30	24
Видеокассета Betacam SP	ВСТ-30МА	175	115	31	14	4,00	25
Видеокассета Hi-8	E5-90HMEX	110	75	20	8	0,70	26
Кусачки					1	2,20	27
Емкость КАВ 6180 (конденсат атмосферной влаги)	10360.6180.000	-	d82	193	3	1,15*	Научное обор-ние
∑ МАССА						**300,220А**	

Примечание:

* - масса емкостей КАВ 6180 в данной таблице не учитывается;

А - Суммарная масса по результатам контрольного взвешивания при передаче материальной ответственности в КЦК.

Возвращенное российское индивидуальное оборудование американского астронавта НАСА 6 (Дэвид Вулф)

Таблица 4.22

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Коли-чество	Суммар-ная масса	Приори-тет №
		мм	мм	мм	шт.	кг	
УСИЛ. НАСА 6	115-9104-300	1060	550	400	1	35,00	
Костюм «Пингвин-3», НАСА 6	КН-9030-400	330	200	170	3	9,00	
Костюм «Пингвин-3» ЭО24	КН-9030-400	330	200	170	4	11,80	
Тренировочно-нагрузочный костюм унифицированный (ТНК), НАСА 6	ТНК-У-1-1321.000	360	260	180	1	1,4	
∑ МАССА						**57,2**	

Примечание: После полета все позиции переданы НАСА.

Доставленные российские грузы на STS-91

Таблица 4.23

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Масса 1 шт.	Коли-чество	Суммар-ная масса	Приори-тет
		мм	мм	мм	кг **Т**	шт.	кг	№
Пищевой контейнер (с российским рационом питания)	17КС.7860.200-01	380	305	123	7,00	40	271,42	1
Экспериментальный пищевой контейнер (с российским рационом питания)	17КС.260Ю 3200-0	380	305	123	7,00	3	19,76	2
Блок наддува переносной (БНП) (заправленный)	11Ф732.Б1721-0А101	368	750	362	48,00	1	43,60	3
Трубопровод БНП	17К.10292-520	-	d400	50	1,00	1	0,34	4
Пакет корпусов ЕДВ	355ГК.0010А74-0	643	d334	d230	11,50	2	23,55	5
Крышка в сборе ЕДВ	11Ф615.8711-180А151		d330	105	3,53	12	41,65	6
Переходник ЕДВ	11Ф615.8711-100А15	140	60	d40,5	0,28	2	0,60	7
Указатель заполнения ЕДВ	11Ф615.8711-210А15-1	47	d19	-	0,014	2	0,034	8
Контейнер для твердых отходов (КТО)	А8-9060-500	453	d330	-	3,50	6	19,69	9
Мягкий КБО	11Ф615.8715-0А15-01	- (310)	d290 (310)	100	0,85	20	16,70	10
Блок Г16-М (гиродин) с элементами крепления (включая кольцо)	355ГК.0020А76-0	1040	d635	-	125,00	1	125,44	11
Блок Г15М	6АГ.369.641	465	340	306	25,50	1	25,14	12
Блок Г16-5	6АГ.369.835	571	300	200	21,50	2	41,90	13
Аккумуляторная батарея (800А)	ИКШЖ.563534.007	465	278	530	76,00	2	152,15	14
Преобразователь тока (ПТАБ-1)	ЕИГА.435.241.001-01ТУ	380	320	186	14,50	1	13,43	15
Средства личной гигиены (СЛГ)	Хт4.160.603	225	120	140	1,05	14	14,70	16
Средства личной гигиены (СЛГ-3)	Хт4.160.603-01	225	120	140	0,90	35	31,50	17
Средства личной гигиены (СЛГ-Д)	Хт4.160.603-06	220	120	140	0,45	10	4,50	18
Средства личной гигиены (СЛГ-Д)	Хт4.160.603-07	220	120	145	0,45	5	2,25	19
Биомагнистат	ЮГШИ.375523.002	400	d160	-	4,00	1	3,22	20
Теплоизолирующий вакуумный контейнер (ТВК) (БИОКОНТ-Т)	БТХ5.100.000	400	d170	-	2,50	1	2,30	21
ЯДРО-БАВ	Хт4.160.667	200	100	70	2,50	1	2,13	22
РЕКОМБ-К	БТХ4.100.000	150	100	100	0,50	2	1,32	23
Укладка «Биокоррозия»	-	305	225	20	0,60	1	0,23	24
Упаковка дискет (2 шт.) информационной системы		104	104	10	0,05	1	0,05	25
Пенал с дискетами 3,5`` (7 дискет)	-	104	104	40	0,19	1	0,23	26
Мягкий контейнер (посылка для космонавтов от группы психологической поддержки)	11Ф615.Б11710-0А55	340	310	90	2,7	1	2,74	27
Мягкий контейнер (посылка от семей космонавтов)	11Ф615.Б11710-0А55	340	310	90	5,00	2	10,73	28
Пищевой контейнер (с рационом питания с STS-89)	17КС.7860.200-01	380	305	123	7,00	5	29,62	29
Контейнер для твердых отходов (КТО)	А8-9060-500	453	d330	-	3,50	3	10,02	30
Средства личной гигиены (СЛГ-3) с STS-86	Хт4.160.603-01	225	120	140	0,90	20	16,87	31
Мягкий КБО с STS-89	11Ф615.8715-0А15-01	-	d290	100	0,85	10	8,35	32
∑ МАССА						**209**	**936,164**	
Переданная ВОДА					**41÷49**	**12,5 CWCs**	**553,4**	
Кислород							**24,3**	
Азот							**65,7**	

Примечание: **Т** - Теоретическая масса единицы оборудования.

А - Суммарная масса по результатам контрольного взвешивания при передаче материальной ответственности в КЦК. Космонавтом Валерием Рюминым была также доставлена на станцию дискета электронного фотоаппарата "Минолта" (0,02 кг).

Возвращенные российские грузы на STS-91

Таблица 4.24

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Масса 1 шт.	Коли-чество	Суммар-ная масса	Приори-тет
		мм	мм	мм	кг	шт.	кг	№
Изделие «Кентавр» (НАСА 7)	К39.00.000.00	375	255	90	1,10	1	1,10	1
Блок Г16-М (гиродин) с элементами крепления	355ГК.0020А76-0	1040	d635	-	125,00	1	121,00	2
Прибор К1-ВКА-03 с одним прибором РТ-ВКА	ЯУ2.000.031-03	696	460	390	69,50	1	71,65	3
Прибор 2Ф4-ВКА №5	ЯУ3.468.011	214,5	124	42	1,05	1	1,1	4
Блок питания БП МОМС-2П	М62.087.328	395	344	290	15,00	1	15,65	5
Блок контроля газоанализаторов БКГА	37ГК.7881-0	515	273	220	8,50	1	9,55	6
Камера Canon EOS 50E с принадлежностями	-	150	90	50	2,12	1	2,15	7
Фотокамера «Хассельблад» с принадлежностями (ед. укладка)	500 EL/M	350	270	250	6,00	1	4,15	8
Пенал с фотопленкой 35 мм	-	d36	52	-	0,04	4	0,125	9
Видеокассета Betacam SP	ВСТ-30МА	175	115	31	0,31	11	3,19	10
Дискета 3,5``	-	95	95	3	0,02	4	0,1	11
Видеокассета АМРЕХ-733	-	295	180	55	1,35	6	6,8	12
Кассета с фотопленкой 35 мм для фотоаппарата «Минолта»	-	d25	40	-	0,04	4	0,125	13
Упаковка образцов кабелей	-	300	200	100	2,00	1	0,3	14
Патрон ЗПЛ-1	10133.4029.000	300	309	342	16,0	1	14,2	15
Патрон ПКФ	5269.00.00	239	d128	-	2,40	1	1,65	16
Кассета ФВП	6469.000	115	d394	-	8,00	1	10,8	17
Дозиметр Р-16	Ет2.805.000	307	164	121,5	2,50	1	3,05	18
Экспериментальный пищевой контейнер (в сложенном состоянии)	17КС.260Ю 3200-0	380	305	16	1,00	3	2,15	19
Биомагнистат	ЮГШИ.375523.002	400	d160	-	4.00	1	3,22	20
Теплоизолирующий вакуумный контейнер (ТВК) (БИОКОНТ-Т)	БТХ5.100.000	400	d170	-	2.5	1	2,27	21
ЯДРО-БАВ	Хт4.160.667	200	100	70	2.5	1	2,13	22
РЕКОМБ-К	БТХ4.100.000	150	100	100	0.50	2	1,32	23
Укладка «Биокоррозия»	-	305	225	20	0,60	1	0,14	24
Индивидуальный дозиметр ИД-3М (НАСА 7)	Хт2.805.602	42	40	11	0,05	1	0,025	25
Пакет личных вещей космонавтов	-	230	200	100	3,00	2	9,3	26
Устройство 11М617-1 (ЦВУС-5)	ХА3.030.073	588	256	261	28,0	1	24,95	
Гитара акустическая	РСТ РСФСР 83-72	940	340	110		1	1,69	
Костюм «Пингвин-3»	КН-9030-400	330	200	170		2	5,9	
Емкость КАВ 6180 (конденсат атмосферной влаги)	10360.6180.000	-	d82	193	0,50	3	1,15*	Научное обор-ние
Σ МАССА							**319,785**	

Примечание: * - Масса емкостей КАВ 6180 в данной таблице не учитывается.

Возвращенное индивидуальное оборудование американского астронавта НАСА 7 (Эндрю Томас)

Таблица 4.25

Наименование	Обозначение	Габариты единицы оборудования			Коли-чество	Суммар-ная масса	Приме-чание
		мм	мм	мм	шт.	кг	№
УСИЛ, НАСА 7	115-9104-300	1060	550	400	1	31,36	
Костюм «Пингвин-3», НАСА 7	КН-9030-400	330	200	170	4	12,00	
Спальный мешок СПМ-2МН, НАСА 7	170-9061-00	370	d260	-	1	3,32	
Спортивная обувь, НАСА 7	-	340	140	100	1	1,00	
Набор белья (футболки, носки и т.д)	-				-	-	
Полетный костюм ПК-14	2АГ-9004-1000				1	1,14	
Комбинезон оператора	К41.00.000.00				3	3,64	
Столовые принадлежности НАСА 7					-	0,23	
∑ МАССА						**51,69**	

Примечание: После полета все позиции переданы НАСА.

Массовая сводка по транспортировке компонентов российского материально-технического обеспечения (МТО) станции "Мир" на корабле "Шаттл"

Таблица 4.26

Программа	«Мир-Шаттл»	«Мир-НАСА»								
Номер полета корабля "Шаттл"	STS-71	STS-74	STS-76	STS-79	STS-81	STS-84	STS-86	STS-89	STS-91	∑ масса по девяти полетам
Доставлено всего в том числе, кг:	695,29	723,19	1 592,17	1 861,65	1 743,80	1 688,56	2 820,5	2 296,02	1 578,46	14 999,64
• российское оборудование МТО	148,79	226,03	860,27	890,05	969,1	1171,16	1948,3	1477,28	936,16	8627,14
• вода	485	450,36	684,9	920,6	729,4	470,8	778,5	732,5	553,4	5805,46
• газы	61,5	46,8	47,0	51,0	45,3	46,6	93,7	86,24	88,9	567,04
Возвращено российского оборудования, кг	326,17	172,09	331,85	410,73	403,7	600,76	419,6	300,22	319,78	3284,9

Примечание: По программе «Мир-НАСА» -

1. **Доставлено всего 14304,35 кг, в том числе:**
   - **российское оборудование МТО - 8478,35 кг;**
   - **вода - 5320,46 кг;**
   - **газы - 505,54 кг**
2. **Возвращено российского оборудования 2958,73 кг**

4.3. Особенности полетов кораблей Шаттл по программам «Мир-Шаттл», «Мир-НАСА» в части размещения российских грузов

При реализации двух программ с помощью корабля Шаттл осуществлялась доставка различных грузов для обеспечения совместных полетов. Компоновка кораблей Шаттл зависела от основных задач полетов к станции «Мир». Так для транспортировки максимального количества оборудования, по своим характеристикам допускающего хранение только в герметичных объемах, использовались модули «СПЕЙСХЭБ» по программе «Мир-НАСА» и «Спейслэб» по программе «Мир-Шаттл».

Оба модуля «СПЕЙСХЭБ» и «Спейслэб» считаются полезными грузами (ПГ), а не частью корабля Шаттл. Оба способны нести как энергопотребляющее оборудование, подключенное к бортовой электросети, так и пассивные укладки хранения. Российское оборудование, за исключением Российского стыковочного отсека, не требовало подключения к электросети. Модуль «СПЕЙСХЭБ» использовался в программе «Мир-НАСА», т.к. более приспособлен для размещения грузов. В герметичном модуле «СПЕЙСХЭБ» размещалась большая часть российских грузов, транспортирующихся при пусках корабля Шаттл.

Зоны укладки отсека экипажа (средняя палуба), шлюзовой камеры, стыковочного отсека (стыковочной системы Шаттла), предназначенные для малых изделий или изделий, непосредственно связанных с полетом, использовались с разрешения Отдела Программы (Фазы 1) НАСА.

Особое внимание при подготовке полетов Шаттла уделялось российским грузам. Это определялось тем, что транспортировка грузов кораблями Шаттл на орбитальную станцию являлась нетрадиционной для его полетов. Российские грузы были поделены на грузы, требующие жесткого закрепления, и грузы, которые могут размещаться в мягкой упаковке и в локерах. При этом определились грузы, требующие поздней укладки. Грузы крупных размеров, требующие жесткого закрепления на Шаттле, устанавливались без использования контейнеров на специальные фиксированные места, как правило, с использованием адаптеров. Небольшие предметы или укладки размещались с использованием штатных средств (локеры, полетные сумки различных объемов), имеющихся на Шаттле.

В связи с большой номенклатурой российских и американских грузов потребовалось создание совместной рабочей группы российских и американских специалистов для размещения этих грузов на корабле Шаттл. Эта группа также отслеживала американские грузы на российских кораблях.

4.3.1 Программа «Мир-Шаттл»

4.3.1.1 STS-71

В полете корабля Шаттл STS-71 для размещения российских грузов использовались все герметичные отсеки, допускающие укладку оборудования, в том числе средняя палуба (кабина экипажа), внутренняя шлюзовая камера, стыковочная система (стыковочный отсек Шаттла), модуль «Спейслэб», который был размещен в грузовом отсеке корабля.

При размещении грузов на средней палубе использовались стандартные локеры и объем D, находящийся в нише пола кабины.

При размещении грузов во внутренней шлюзовой камере и стыковочной системе использовались специальные полетные сумки.

При размещении грузов в модуле «Спейслэб» использовались полетные сумки, закрепляемые на потолке и стандартные локеры, устанавливаемые в специальные стойки. Для оборудования поздней поставки имелась схема вертикальной загрузки модуля, которая хотя и не использовалась в этом полете, но в последующих полетах нашла свое применение для загрузки модуля «СПЕЙСХЭБ» на стартовой позиции.

Для возвращаемой аккумуляторной батареи (Блок 800А) была разработана НАСА специальная конструкция жесткого крепления в модуле «Спейслэб».

4.3.2 Программа «Мир-НАСА»

4.3.2.1 STS-74

В полете STS-74 доставлялся Российский стыковочный отсек (СО) с двумя солнечными батареями, который размещался в грузовом отсеке корабля Шаттл. Установка СО в полете на стыковочную систему Шаттла осуществлялась с использованием манипулятора.

Основная масса грузов материально технического обеспечения была размещена в специальных сумках на полу внутри герметичного СО.

Часть грузов была размещена на средней палубе, где использовались стандартные локеры, объем D, находящийся в нише пола кабины, и специальный поддон, закрепленный на полу средней палубы.

При размещении грузов во внутренней шлюзовой камере и стыковочной системе Шаттла использовались специальные полетные сумки.

4.3.2.2 STS-76

Особенностью полета корабля Шаттл STS-76 явилось использование герметичного одинарного модуля «СПЕЙСХЭБ», который был размещен в грузовом отсеке корабля. Это был первый полет корабля Шаттл по программе «Мир-НАСА» с использованием этого модуля. Тщательная работа специалистов «СПЕЙСХЭБ», подрядчика СПЕЙСХЭБА и РКК «Энергия» обеспечила рациональное размещение и надежное крепление российских грузов.

Специально для доставки крупногабаритного и тяжёлого груза (более 100 кг) такого как гиродин (Блок Г16М) и УСИЛ, была разработана конструкция жесткого крепления на двойной стойке, которая успешно применялась во всех полетах до конца программы «Мир-НАСА». При этом, подрядчик «СПЕЙСХЭБа» изменил конструкцию двойной стойки, а РКК «Энергия» изготовила переходной адаптер (Кольцо крепления гиродина).

Вторая двойная стойка была доработана для размещения УСИЛа в транспортировочной сумке, которая была разработана с участием российских специалистов.

Для трех аккумуляторных батарей (Блоки 800А) на кормовой переборке модуля «СПЕЙСХЭБ» подрядчик «СЕЙСХЭБа» разработал специальные адаптеры для жесткой фиксации.

Примечательно, что значительная часть российских грузов была установлена на стартовой позиции при вертикальной загрузке (Блоки 800А, УСИЛ - укладка индивидуального снаряжения и ложемента, пищевые контейнеры и т.д.). Многие из этих грузов по своей массе ранее не загружались на старте. Все процедуры установки российских грузов в модуль «СПЕЙСХЭБ» на стартовой позиции были разработаны подрядчиком «СПЕЙСХЭБа» при участии и консультации РКК «Энергия». Приобретенный опыт вертикальной загрузки оборудования в модуль «СПЕЙСХЭБ» использовался при подготовке каждого последующего полета по программе «Мир-НАСА».

Небольшая часть российских грузов (7 предметов на доставку и 6 предметов на возвращение) в этом полете была размещена на средней палубе с использованием стандартных средств хранения.

4.3.2.3 STS-79

Первоначально пуск STS-79 планировался на 1 августа 1996г., однако из-за необходимости замены твердотопливных ускорителей Шаттла был отложен на середину сентября.

Особенностью полета корабля Шаттл явилось использование герметичного двойного модуля «СПЕЙСХЭБ», который был размещен в грузовом отсеке корабля. Это был первый полет корабля «Шаттл» с двойным модулем «СПЕЙСХЭБ». Использование возросшего полезного объема модуля позволило обеспечить размещение большего количества полезного груза, в том числе и российского оборудования. Двойной модуль использовался во всех последующих полетах кроме STS-91.

В этом полете STS-79 НАСА не планировало размещение российских грузов на средней палубе, однако, в связи с ограничением лимитов масс для модуля «СПЕЙСХЭБ», такие грузы имели место (3 предмета для доставки и 5 предметов для возвращения). Эти предметы были уложены в локеры средней палубы.

Кроме того, при подготовке этого полета было несколько позиций, требующих оперативной доставки на станцию «Мир» (Блок продувки азотом, блоки вакуумных клапанов и дополнительные костюмы «Пингвин-3»). В связи с этим была осуществлена поздняя поставка. Блок продувки азотом за несколько дней до старта был заправлен в космическом центре Кеннеди азотом под давлением и установлен в модуль «СПЕЙСХЭБ» перед непосредственным вывозом модуля из здания SPPF.

4.3.2.4 STS-81

В полете STS-81 почти все российские грузы были размещены в герметичном двойном модуле «СПЕЙСХЭБ». Небольшая часть грузов (4 предмета на доставку и 2 предмета на возвращение) были размещены на средней палубе. Примечательно, что в отличие от предыдущего полета STS-

79, в модуле «СПЕЙСХЭБ» было использовано новое штатное место для размещения полезных грузов. Таким местом стал фальшпол заднего сегмента модуля «СПЕЙСХЭБ», что позволило разместить дополнительно часть грузов, как мягких укладок, так и жесткого крепления, транспортируемых кораблем Шаттл. Следует отметить, что в этом полете было применено жесткое крепление возвращаемого оборудования (аппаратура АЛИС) с помощью адаптеров, разработанных РКК «Энергия» и доставленных для этой цели на станцию «Мир» кораблем Шаттл.

4.3.2.5 STS-84

Для данного полета корабля Шаттл основным местом размещения грузов являлся также двойной модуль «СПЕЙСХЭБ». Особенностью размещения грузов в этом полете было применение нового крепежного оборудования в заднем сегменте модуля на центральной панели фальшпола и кормовой переборке. Так для размещения жидкостного блока системы «Электрон-В» (134кг) подрядчиком «СПЕЙСХЭБа» была доработана конструкция «каноэ», позволяющая установить вместо мягких укладок жесткий контейнер «Электрона». РКК «Энергия» разработала на «Электрон-В» специальные крышки, позволяющие использовать притяжные ремни «каноэ». Эти работы были выполнены в короткое время на заключительном этапе подготовки к полету. Кроме того, были доработаны места крепления блоков 800А, размещаемых на кормовой переборке модуля «СПЕЙСХЭБ». Специально предусмотренная конструкция этих мест позволила использовать их для закрепления возвращаемых с орбиты грузов.

В этом полете Шаттла было возвращено российских грузов больше, чем в других полетах - 600,74 кг.

4.3.2.6 STS-86

Универсальные возможности загрузки модуля «СПЕЙСХЭБ», позволяющие размещать большой объём грузов на стартовой позиции, позволили в этом полете доставить на станцию «Мир» максимальное количество российского оборудования - 1948,27 кг.

Конструкция кормовой и носовой переборок модуля «СПЕЙСХЭБ» была специально доработана для жесткого крепления девяти аккумуляторных батарей (Блоки 800А).

Особенностью при подготовке полета явилось то, что значительная часть российского оборудования была поставлена в КЦК менее, чем за один месяц до старта, что было продиктовано оперативной обстановкой на станции, связанной со столкновением корабля «Прогресс» с модулем «Спектр». В этом полете было доставлено 17 наименований ремонтного оборудования (~ 170 кг) для обеспечения ремонтно-восстановительных работ модуля «Спектр». Часть этого оборудования была размещена в двойном модуле «СПЕЙСХЭБ», а другая часть в сумках в стыковочной системе Шаттла.

Кроме того, за 4 дня до старта была согласована доставка Бортового компьютера станции «Мир» (устройство 11М617-1). Данную позицию груза разместили на задней кормовой переборке модуля "СПЕЙСХЭБ", на двух

верхних адаптерных панелях крепления аккумуляторных батарей за двое суток перед стартом.

4.3.2.7 STS-89

Для данного полета корабля Шаттл основным местом размещения грузов был двойной модуль «СПЕЙСХЭБ». Как и в предыдущих полетах STS-84 и STS-86, в этом полете были использованы посадочные места в заднем сегменте модуля на центральных и боковых панелях фальшпола, кормовой и носовой переборке и стойках левого и правого борта. Так, два переносных блока наддува (БНП) были размещены на фальшполу, а блок кондиционирования воздуха БКВ-3 на фальшполу в «каноэ». Для их крепления использовалось мягкое закрепление пристяжными ремнями. Для защиты от воздействия ремней на БКВ-3 устанавливалась специальная защитная крышка, разработанная РКК «Энергия». Блоки 800А были установлены на кормовой переборке, на доработанных местах крепления. На адаптерах крепления блоков 800А были разработаны элементы крепления для мягких мешков с контейнерами твердых отходов (КТО), что позволило освободить дополнительный объем для размещения другого оборудования. Часть грузов (например, ЦВУ «Салют-5») были размещены на средней палубе кабины экипажа в полетных мешках.

Во время вертикальной загрузки впервые была проведена операция по замене оборудования, размещаемого в модуле «СПЕЙСХЭБ». Был снят с фальшпола и извлечен из модуля «СПЕЙСХЭБ» заправленный под давлением БНП и установлен на его место БКВ-3, который по своим габаритам (615×625×855 мм) и массе (82,35 кг) превышал все ранее устанавливаемые на старте грузы.

4.3.2.8 STS-91

В заключительном полете корабля Шаттл STS-91 по программе «Мир-НАСА» для размещения российских грузов был использован одинарный модуль «СПЕЙСХЭБ». В модуле «СПЕЙСХЭБ» российские грузы были размещены на двойных стойках, кормовой и носовой переборках. Кроме того, часть оборудования биоэкспериментов (Биомагнистат, БИОКОНТ-Т, ЯДРО-БАВ, РЕКОМБ-К) из-за ограничений по режиму хранения была установлена на средней палубе за несколько часов до старта.

4.3.3 Заключение

В заключении следует отметить, что в процессе выполнения программ «Мир-Шаттл», «Мир-НАСА» в каждом полете корабля Шаттл отрабатывались новые варианты размещения российских грузов, были разработаны новые конструктивные схемы крепления, отработаны приемы вертикальной загрузки на стартовой позиции крупногабаритного и тяжелого оборудования, приобретен опыт совместной работы российских и американских специалистов по подготовке полетов кораблей Шаттл.

4.4. Основные этапы работы по подготовке полетов кораблей Шаттл в части транспортировки российских грузов

В процессе реализации двух программ «Мир-Шаттл»/«Мир-НАСА» российские и американские специалисты совместно работали по подготовке девяти кораблей Шаттл (STS-71, -74, -76, -79, -81, -84, -86, -89, -91), транспортировавших российские грузы на станцию «Мир».

4.4.1. Совместная документация

Для обеспечения реализации программ «Мир-Шаттл»/«Мир-НАСА» был разработан совместный директивный документ РГ-0/РКК-Э/НАСА/0005 «Программа полета и грузопоток». В этом документе была представлена программа полётов станции «Мир» и транспортных российских и американских средств, в соответствии с программами «Мир-Шаттл»/«Мир-НАСА». Кроме того, в документ 0005 были включены данные по грузопотоку на станцию «Мир». В приложениях к данному документу были представлены графики совместных полетов и список грузов, доставляемых на станцию «Мир» и возвращаемых на Землю.

Дополнительно для программы «Мир-НАСА» был разработан совместный директивный документ по российским грузам РГ-0/РКК-Э/НАСА/0006 «Каталог функциональных грузов, транспортируемых кораблем Шаттл по программе «Мир-НАСА». Информация, содержащаяся в этом документе, была предназначена для использования НАСА и РКК «Энергия» при планировании и проведении полетов по программе «Мир-НАСА». В документе описывались российские грузы, предназначенные для обмена между кораблем Шаттл и орбитальной станцией (ОС) «Мир», а также необходимая для этого документация. Настоящий документ являлся официальным совместным соглашением в части операций с этими грузами, как на Земле, так и в полете, в том числе по оборудованию, необходимому для транспортировки российских грузов, включая их интерфейсы.

Он также определял требуемые процедуры и оборудование, необходимые для реализации этого обмена и информацию, которая была необходима НАСА и РКК «Энергия» для проведения оценок и принятия решений, относящихся к этим операциям. Кроме того, в этот документ были включены данные окружающей среды в гермоотсеках корабля Шаттл, включая информацию по состоянию среды при внештатных ситуациях.

По мере изменения данных по программе полетов и составу грузов, транспортируемых на корабле Шаттл, для каждого полета проводилась плановая корректировка обоих документов (версии: за 6 месяцев до старта, за 3 месяца, за 1 месяц, предполетная и послеполетная).

В соответствии с директивными документами 0005 и 0006 была разработана дополнительная совместная техническая документация на каждый полет Шаттла по программам «Мир-Шаттл»/«Мир-НАСА»:

РГ-3/РКК-Э/НАСА/3411-1 «Доставка и возвращение российской полезной нагрузки на борту Шаттла STS-71»;

РГ-3/РКК-Э/НАСА/3413-2 «Транспортировка российских полезных грузов на борту Шаттла STS-74»;

Документы ICD-SH/RL/M03 (M04-M09) «СПЕЙСХЭБ / Российские грузы. Технические условия на интерфейс» (для полетов STS-76,-79,-81,-84,-86,-89,-91).

В этих документах были определены все интерфейсы между опорными конструкциями герметичных отсеков корабля Шаттл, модулей «Спейслэб»/«СПЕЙСХЭБ» и российскими грузами, в зависимости от мест их размещения в каждом из девяти полетов корабля Шаттл. Кроме того, в этих документах были определены требования и обязанности сторон по наземным операциям и интеграции полезной нагрузки. Эти совместные документы явились основными контрольными документами для работы с российскими грузами в корпусе подготовки оборудования космической станции (SSPF), в корпусе подготовки полезной нагрузки (SPPF) и при установке части грузов на стартовой позиции в КЦК.

Вся документация была разработана и согласована до начала каждого из девяти полетов Шаттла в соответствии с утвержденным руководством Фазы-1 планом совместных работ российских и американских специалистов.

После каждого полета Шаттла составлялся совместный технический отчет рабочей группы, обеспечивающей подготовку российских грузов к полету. В отчете были последовательно отражены все этапы совместной работы и результаты завершенного полета.

4.4.2 Предполетные операции

4.4.2.1. Заблаговременность доставки грузов и оборудования для установки на корабле Шаттл по программе «Мир-НАСА» определялась следующими требованиями:

- РКК «Энергия» ставила в известность НАСА в срок за 10-6 месяцев до запуска о любом запросе на транспортировку крупногабаритных и тяжелых (> 80 кг) грузов, требующих жесткое крепление.
- Крупногабаритные грузы массой свыше 80 кг доставлялись в КЦК за 6-4 месяца до пуска Шаттла.

4.4.2.2. В тоже время при реализации программы «Мир-НАСА» по категории грузов более 80-кг имелись исключения от взаимно согласованных требований и ограничений.

В период подготовки корабля Шаттл STS-84 за 1,5 месяца до старта была согласована директорами программы доставка оборудования системы «Электрон-В» для ремонта. Учитывая, что один из блоков системы «Электрон-В» имел большие габариты (1328x430x341 мм), массу (расчетная масса 117 кг) и возможную более позднюю поставку, было принято решение по проведению макетирования его загрузки и установки в модуль «СПЕЙСХЭБ» при вертикальном положении. Для реализации этого решения в КЦК был поставлен из РКК «Энергия» макет жидкостного блока системы «Электрон».

Специалисты РКК-Э/подрядчика «СПЕЙСХЭБа»/«СПЕЙСХЭБ» проработали возможные операции с блоком при вертикальной загрузке, были сделаны необходимые доработки конструкции защитной рамы и

крышек, проведены механические испытания, принята полетная схема крепления.

Проведенные тренировки подтвердили принципиальную возможность загрузки штатного блока при вертикальном положении Шаттла.

Штатный блок «Электрон-В» был поставлен за 1 месяц до старта. После контрольного взвешивания поставленного блока с защитными крышками его масса составила 137,9 кг, что значительно превышало расчетную массу. В связи с этим, вертикальная загрузка штатного блока оказалась невозможна из-за ограничения максимальной нагрузки подъемного оборудования (до 123 кг). Блок был установлен, когда модуль «СПЕЙСХЭБ» находился в горизонтальном положении. Из-за этого была задержана отправка модуля «СПЕЙСХЭБ» из здания подготовки полезной нагрузки (SPPF) в КЦК для сборки с кораблем Шаттл.

В период подготовки корабля Шаттл STS-89 менее чем за 1 месяц до старта была согласована директорами программы доставка блока кондиционирования воздуха (БКВ-3) для замены отказавшего на борту станции «Мир».

Поставка БКВ-3 была осуществлена за две недели до старта корабля Шаттл. Масса блока составляла 82,35 кг.

Для проведения макетирования использовалась защитная крышка БКВ и представленный компанией СПЕЙСХЭБ, ИНК. макет БКВ.

Установка БКВ была произведена на место одного из трех переносных блоков наддува (БНП), размещенного в «каноэ» в центре фальшпола кормового отсека модуля «СПЕЙСХЭБ». Операция по установке БКВ-3 и замене заправленного под давлением БНП проходила на стартовой позиции при вертикальном положении Шаттла за 5 дней до запуска.

Грузы, не превышающие 80 кг, а также мягкие и небольшие предметы (одежда, малогабаритные инструменты и узлы) доставлялись в КЦК за 3-1 месяц до пуска Шаттла.

4.4.2.3. Во время реализации программы «Мир-НАСА» по категории грузов менее 80 кг имелись исключения из взаимно согласованных требований и ограничений.

Решение по доставке грузов (с поздним сроком поставки в КЦК) кораблем Шаттл принимались руководством Фазы 1 в исключительных случаях, продиктованных оперативной обстановкой на станции «Мир» или другими причинами, имеющими важное значение для программ «Мир-Шаттл»/«Мир-НАСА».

При подготовке полета STS-71 по программе «Мир-Шаттл», менее чем за 1 месяц до старта, была осуществлена поставка: Укладки для герметизации, механизма перерезания (для ВКД) и дополнительной бортовой документации для экипажа станции (ЭО 19). Все перечисленные позиции были уложены за несколько дней до старта.

При подготовке полета Шаттла STS-74, по программе «Мир-НАСА», за 3 дня перед стартом, представители РКК «Энергия» поставили комплект адаптеров для американских поглотителей CO_2. Кроме этого, американская сторона изготовила свои две укладки адаптеров для обеспечения гарантии использования американских поглотителей CO_2 на борту станции «Мир», доставляемых в этом полете корабля Шаттл. Укладки американских и российских адаптеров были уложены перед стартом на средней палубе.

При подготовке полета Шаттла STS-76 за две недели до старта были поставлены комплект «Анализ-3» и шланг к этому комплекту для оперативной доставки на станцию «Мир» в целях обеспечения контроля атмосферы внутри станции после стыковки с модулем «Природа». Эти предметы были уложены в локеры средней палубы Шаттла.

При подготовке полета Шаттла STS-79 за две недели до старта были поставлены два блока вакуумных клапанов (БВК), блок продувки азотом (БПА) и два костюма «Пингвин-3» для оперативной доставки на станцию «Мир». БВК доставлялись на станцию «Мир» для замены неисправных, а БПА для обеспечения нормальной среды обитания на станции.

При подготовке полета Шаттла STS-84 менее чем за месяц до старта был поставлен передатчик ША294 для оперативной отправки на станцию и осуществления замены отказавшего оборудования. За три дня до старта было поставлено оборудование мониторинга среды обитания (укладки оборудования систем «Электрон-В» «Воздух», СТР), а также медицинские укладки.

При подготовке полета Шаттла STS-86 за две недели до старта было поставлено 17 наименований ремонтного оборудования (суммарная масса ≈170 кг) для обеспечения ремонтно-восстановительных работ модуля «Спектр». Было проведено макетирование укладок ремонтного оборудования в полетные сумки модуля «СПЕЙСХЭБ» и стыковочной системы Шаттла. Три наименования оборудования, состоящего из пяти предметов было размещено в стыковочной системе.

За три дня до старта были переданы для размещения в Шаттле бортовой компьютер - устройство 11М617 и одна видеокассета VHS с инструкцией по ремонту модуля «Спектр».

При подготовке полета Шаттла STS-89 за две недели до старта была осуществлена поставка компрессорной установки (БКВ) и центрального модуля обмена (ЦМО) для оперативной доставки и замены отказавшего оборудования на станции «Мир».

За пять дней до старта передан для доставки бортовой компьютер - устройство 11М617 для пополнения бортового ЗИП станции «Мир».

При подготовке полета Шаттла STS-91 за несколько дней до старта было поставлено оборудование для проведения биоэкспериментов и укладка с дискетами 3,5″ информационной системы. Все оборудование было установлено на средней палубе Шаттла.

Грузы с ограниченным сроком хранения (продукты питания и некоторые предметы гигиены и т.п.) доставлялись в КЦК в течение 1 месяца до пуска Шаттла. Эти сроки являлись сроками передачи российских грузов персоналу КЦК по интеграции. Сюда не включалось время специальных операций по передаче. Необходимость в специальных операциях, например, проверке, испытании или сборке, требовали более ранних сроков доставки и определялись дополнительно в каждом конкретном случае.

4.4.2.4. Российское оборудование, которое требовало специальных операций перед установкой в Шаттле (за исключением российского стыковочного отсека, который в данном перечне не рассматривается).

- Блок Г16М (гиродин) - требовалась проверка, испытание и сборка с кольцом крепления /переходной адаптер/. (При подготовке STS-76,-79,-81, -84,-86,-89,-91.)

- Блоки Г15М, Г16-5 - требовалась проверка и испытание. (При подготовке STS-84,-86,-89,-91. После испытаний при подготовке STS-86, один блок Г16-5 не был допущен к запуску).

- Емкости для воды (ЕДВ) - требовалась сборка в один пакет шести корпусов ЕДВ для экономии объема при размещении на Шаттле. (При подготовке STS-76,-79,-81,-84,-86,-89,-91).

- Модуль управления и контроля «Инкубатор 1М» - требовалась заправка водой и проверка герметичности. (При подготовке STS-76).

- Блок продувки азотом - требовалась проверка, испытание и заправка азотом под давлением. (При подготовке STS-79).

- Адаптер АЛИС - требовалась проверка совместимости интерфейсов для обеспечения безопасного возвращения аппаратуры АЛИС. (При подготовке STS-81).

- Блок жидкостной «Электрон-В» - требовалась проверка, сборка с защитными крышками и макетирование установки в модуле «СПЕЙСХЭБ». (При подготовке STS-84).

- Блок наддува переносной (БНП) - требовалась проверка, испытания и заправка воздухом под давлением. (При подготовке STS-86, -89, -91. Перед полетом STS-91 БНП заправлялся азотом вместо воздуха).

- Ремонтное оборудование для модуля «Спектр» - требовалась проверка, частичная сборка и макетирование установки. (При подготовке STS-86).

- Блок кондиционирования воздуха (БКВ-3) - требовалась проверка, сборка с защитной крышкой и макетирование установки. (При подготовке STS-89).

- Компрессорная установка (БКВ-3) - требовалась проверка. (При подготовке STS-89).

- Биотехнологическое оборудование (биомагнистат, БИОКОНТ-Т, ЯДРО-БАВ, РЕКОМБ-К) - требовалась проверка и тест-контрольные операции. (При подготовке STS-91).

Выше перечислены позиции, по которым проводились наземные операции по специальным методикам. По всему другому оборудованию проводились

мероприятия, предусмотренные в документе 0006, а также макетирование полетных укладок в модуле «СПЕЙСХЭБ» и на средней палубе.

Транспортировочные контейнеры с оборудованием РКК «Энергия» для конкретного полета корабля Шаттл доставлялись представляющим интересы РКК «Энергия» контрактором по перевозке, который получал специальное разрешение таможенной службы. После этого контейнеры доставлялись в КЦК, в корпус подготовки оборудования космической станции (SSPF), или корпус подготовки полезной нагрузки (SPPF). НАСА обеспечивала помещения для хранения и сборки российских грузов в соответствии с оговоренными совместной документацией требованиями до их официальной передачи (инспекции) и установки на корабль Шаттл. Все поставленные российские грузы хранились в своей транспортировочной таре.

Поставки от РКК «Энергия» включали:

- Комплект российских грузов, предназначенный для конкретного запуска корабля Шаттл;
- Комплект дополнительного оборудования, для крепления российских грузов на корабле Шаттл, предназначенного для конкретного запуска;
- Комплект наземного оборудования, предназначенного для испытаний, проверок и макетирования российских грузов;
- Контейнеры для транспортировки российских грузов и дополнительного оборудования;
- Контейнеры для транспортировки наземного оборудования.

Наземное оборудование, включая погрузочно-разгрузочные приспособления, поставлялись от РКК «Энергия» в КЦК одновременно с летным оборудованием.

НАСА предоставляло следующее оборудование:

- Комплект наземного оборудования, предназначенного для испытаний, проверок и макетирования российских грузов;
- Наземное оборудование для монтажа и демонтажа российского груза;
- Опорные конструкции для российского груза в отсеке экипажа корабля Шаттл;
- Опорные конструкции для российского груза в модулях «СПЕЙСХЭБ», «Спейслэб»;
- Штатные средства транспортировки грузов на корабле Шаттл (контейнеры, упаковочные мешки и т.п.).

В процессе проведения предполетных операций НАСА производило фотосъемку передаваемого оборудования, сборку российских и американских интерфейсов. Копия полученных фотоматериалов передавалась РКК «Энергия».

НАСА совместно с представителями РКК «Энергия» производили внешний осмотр, замеры и взвешивание грузов, поставляемых РКК «Энергия», непосредственно после извлечения каждой отдельной позиции груза из транспортировочного контейнера. Эта проверка должна была подтвердить, что российские грузы не были повреждены во время перевозки и соответствуют данным, содержащимся в совместной рабочей документации. После внешнего осмотра представители НАСА заполняли «формуляр для передачи ответственности» за российские грузы и принимали на себя ответственность по каждой отдельной позиции оборудования. Транспортировочные контейнеры от российских грузов находились на ответственном хранении НАСА и, как правило, использовались во время транспортировки возвращаемых грузов после каждого полета корабля Шаттл.

Установка и размещение российских грузов на корабле Шаттл производилась специалистами НАСА в соответствии с программой Шаттла и документацией НАСА по установке и хранению российских грузов, учитывающих требования и ограничения РКК «Энергия». Установка и размещение российских грузов в модуле «СПЕЙСХЭБ» производилась специалистами БОИНГ/СПЕЙСХЭБ. НАСА обеспечивала все необходимые элементы крепления, прокладки и инструменты для закрепления или укладки российских грузов на корабле Шаттл. НАСА предоставляла подробную документацию по установке российских грузов представителям РКК «Энергия» до выполнения этих операций.

Ответственные представители от РКК «Энергия» на протяжении всей программы «Мир-НАСА» получили максимальный доступ для контроля за операциями по обработке, транспортировке и окончательному размещению российских грузов на корабле Шаттл.

4.4.3. Операции во время совместного полета корабля Шаттл и станции «Мир»

В соответствии с соглашениями о распределении ответственности, американская сторона отвечала за специальные погрузочные средства и инструменты для демонтажа российских грузов с мест их укладки на корабле Шаттл, а также за их перенос к интерфейсу со станцией «Мир». Российская сторона несла ответственность за специальные погрузочные средства и инструменты для демонтажа грузов с мест его укладки на станции «Мир» и за его перенос к интерфейсу с кораблем Шаттл.

Руководство программы «Мир-НАСА» несло ответственность за перенос оборудования, указанного во взаимосогласованных перечнях. ЦУП-Х и ЦУП-М предоставляли данные руководству Фазы 1 от НАСА для разработки плана переноса, включая все мероприятия и документацию по переносу оборудования, указанного во взаимосогласованных перечнях. Американская сторона несла ответственность за груз и операции на борту корабля Шаттл. Российская сторона несла ответственность за груз и операции на борту станции «Мир». Астронавты корабля Шаттл и космонавты станции «Мир» обеспечивали перенос грузов.

Приспособления и инструменты для работ на станции «Мир» с российскими грузами (включая их установку на место) в ходе полета обеспечивала

РКК «Энергия». НАСА обеспечивала крепежные устройства, а также инструменты необходимые для крепления российских грузов на корабле Шаттл.

Для каждого конкретного полета корабля Шаттл к станции «Мир» НАСА разрабатывала механические интерфейсы российских грузов и дополнительного оборудования с конструкцией корабля Шаттл с учетом требований и рекомендаций РКК «Энергия». Механические интерфейсы определялись в совместных рабочих документах 3411, 3413 или ICD.

Специально подготовленный космонавт нёс ответственность за работы и процедуры по перемещению российских грузов со станции «Мир» в зону интерфейса «Шаттл/Мир». Соответственно на специально подготовленного американского астронавта возлагалась ответственность за все работы по перемещению данного груза из этой зоны на Шаттле и его хранению. НАСА разработала процедуры по перемещению российских грузов с интерфейса «Шаттл/Мир» на Шаттл. НАСА также разработала процедуры по хранению этого груза. Таким же образом РКК «Энергия» разработала все процедуры по снятию российского груза со станции «Мир» для его перемещения в Шаттл.

Экипаж Шаттла регистрировал в журнале все грузы, передаваемые на и со станции «Мир». В этот журнал была внесена информация из совместного документа РГ-0/РКК Э/НАСА/0005 по плану грузопотока. Кроме того, дополнительно имелась информация о расположении передаваемого оборудования, как на корабле Шаттл , так и на станции «Мир». Один из членов экипажа вел регистрацию с указанием времени и даты передачи оборудования. В конце каждого полетного дня экипажи Шаттла и «Мира» докладывали наземной службе о проделанной работе. Копии ежедневной регистрации передаваемого оборудования направлялись в ЦУП-Х и ЦУП-М. В ходе полета по согласованию обоих ЦУПов вносились дополнения и уточнения по позициям передаваемого оборудования.

Обмен информацией по предполетному планированию грузопотока и участие во время полетов в работе центров управления членов рабочей группы - обеспечивало значительную помощь обоим ЦУПам по контролю и завершению операций по переносу грузов между станцией «Мир» и кораблем Шаттл в период каждого совместного полета.

4.4.4. Послеполетные операции

Послеполетные операции с российскими грузами проходили в космическом центре им. Кеннеди (КЦК). Если корабль Шаттл приземлялся в другом месте (STS-76 приземлился в Калифорнии), российские грузы оставались на борту Шаттла до тех пор, пока он не был доставлен в КЦК.

НАСА разработала порядок действий по снятию российских грузов с корабля Шаттл. Со своей стороны РКК «Энергия» разработала специальные инструкции и ограничения для осуществления этих операций. НАСА несла ответственность за выполнение этих требований. РКК «Энергия» извещала НАСА за один месяц до пуска корабля Шаттл о тех возвращаемых грузах, которые необходимо было снять с корабля раньше срока, принятого в совместных соглашениях.

НАСА обеспечивала наземное оборудование в КЦК для снятия российских грузов с корабля Шаттл. РКК «Энергия» предоставляла при необходимости погрузочно-разгрузочные устройства, необходимые для укладки данного груза в

транспортировочные контейнеры. При погрузочно-разгрузочных операциях с российскими грузами соблюдались меры, исключающие падения, удары и др. факторы, приводящие к повреждению.

РКК «Энергия» обеспечивала транспортировочные контейнеры для перевозки российских грузов в Россию после завершения полета. РКК «Энергия» принимала свое оборудование в КЦК. Транспортная компания РКК «Энергия» организовывала транспортировку российских грузов до аэропорта отправки в Россию. НАСА информировала транспортную компанию РКК «Энергия» о готовности груза для транспортировки. Транспортировочные контейнеры, предназначенные для загрузки возвращенных российских грузов с дополнительным оборудованием, направлялись в КЦК заблаговременно.

НАСА отвечала за выгрузку российских грузов из Шаттла после его приземления с учетом требований и ограничений, оговоренных с РКК «Энергия». НАСА совместно с РКК «Энергия» производили учет возвращаемых российских грузов в соответствии с требованиями, предусмотренными при передаче ответственности до официальной передачи грузов под ответственность РКК «Энергия». Какие-либо несоответствия, обнаруженные во время учета, регистрировались. Решение проблем, связанных с произведенным НАСА учетом, производилось совместно с РКК «Энергия» и до передачи ответственности за грузы принимались совместные решения.

Последовательность операций, предусмотренная для отправки российских грузов из КЦК в РКК «Энергия» после приземления Шаттла приведена ниже.

1. НАСА завершало разгрузку Шаттла и учет ПГ по перечню возвращаемого оборудования.

Пункт 1. + 3 недели

2. НАСА и РКК «Энергия» составляли документ о передаче ответственности, и затем НАСА передавало ПГ представителям РКК «Энергия».

Пункт 1. +2 дня (Посадка + 3 недели + 2 дня)

3. РКК «Энергия» упаковывала все ПГ в контейнеры в присутствии представителей НАСА, с использованием своего упаковочного материала и, при необходимости, дополнительно предоставляемого НАСА.

Пункт 2. +4 дня (Посадка + 3 недели + 2 дня + 4 дня)

4. РКК «Энергия» обеспечивала страхование и воздушную транспортировку контейнеров с ПГ и предоставляла НАСА соответствующую информацию для подготовки таможенной документации.

5. Параллельно работам, выполняемым по п.3, НАСА готовило документы для прохождения таможни.

6. НАСА извещало транспортную компанию РКК «Энергия», ответственную за доставку контейнеров с ПГ из КЦК в аэропорт отправки, о готовности грузов к транспортировке. Транспортная фирма доставляла транспортировочные контейнеры с ПГ из КЦК на таможню, проводила грузы через таможню и доставляла их в аэропорт для отправки в Россию (РКК «Энергия»).

Пункт 3. +3 дня (Посадка + 3 недели + 2 дня + 4 дня + 3 дня)

Документация, необходимая для транспортировки российских грузов в РКК «Энергия», оформлялась НАСА. НАСА обеспечивало оформление всех таможенных формальностей на территории США. РКА/РКК «Энергия» обеспечивали оформление всех таможенных формальностей на территории России.

4.5. Основные достижения сторон по реализации программ «Мир-Шаттл», «Мир-НАСА»

1. Согласованная работа совместной группы по грузопотокам в наряженных по времени ситуациях, связанных с размещением для доставки на Шаттле поздно заявленных грузов.

2. Полностью откорректированный комплект технической документации по грузопотокам (т.е. док. 0005, док. 0006, ТУ на интерфейсы (ICD)).

3. Размещение крупногабаритного оборудования в отсеках Шаттла и в модуле «СПЕЙСХЭБ»: «Электрон В» в полете STS-84, ремонтное оборудование для герметизации модуля «Спектр» в полете STS-86 и т. д.

4. Срочная доставка критического оборудования на станцию «Мир».

5. Использование американской базы данных по грузопотокам для выпуска совместной документации.

6. Согласование и реализация исключительно эффективного графика загрузки во все корабли Шаттл российских грузов с ограниченным сроком хранения.

7. Во время STS-86 экипажами Шаттла и станции «Мир» быстро и эффективно, в кратчайший срок (два дня) выполнили перенос 4,5 т грузов на станцию «Мир» и со станции.

8. Использование питьевой и технической воды на борту станции «Мир», полученной из воды из системы энергообеспечения Шаттла.

9. Возвращение на кораблях Шаттл системных элементов (КУРС, TORU и Электрон-В) и гиродинов со станции «Мир» для повторного использования.

10. Досрочное, к 9-му полету, выполнение запланированного объема грузопотока кораблем Шаттл на станцию «Мир».

11. Доставка крупногабаритного Стыковочного отсека на Шаттле и его стыковка со станцией «Мир».

12. Успешная электронная передача базы данных во время полетов позволила в реальном времени передавать российской стороне изменения к манифесту.

13. В процессе передачи ответственности за российские грузы специалисты СПЕЙСХЭБА/БОИНГА и российской стороны использовали эффективный метод, позволяющий быстро возвращать грузы в Россию и передавать оборудование, предназначенное для полета. Выделение заказчику рабочего помещения в корпусе подготовки ПН «СПЕЙСХЭБА» также помогло обеспечить успех этого процесса.

14. Ознакомление американских специалистов с российскими грузами, а также изучение российскими специалистами возможностей по укладке в модуле «СПЕЙСХЭБ» и отсеках корабля «Шаттл» способствовали успешному планированию грузопотока.

15. Сотрудничество СПЕЙСХЭБ в разработке оборудования интерфейсов и его модификации (например, модификаций «каноэ», плат адаптеров батарей и т.д.), особенно непосредственно перед запуском, обеспечило успешное размещение крупногабаритных, поздно заявленных в манифест изделий.

16. Успешно выполнены операции с применением укладки вертикального доступа (MVAK) для загрузки поздно заявленных российских грузов.

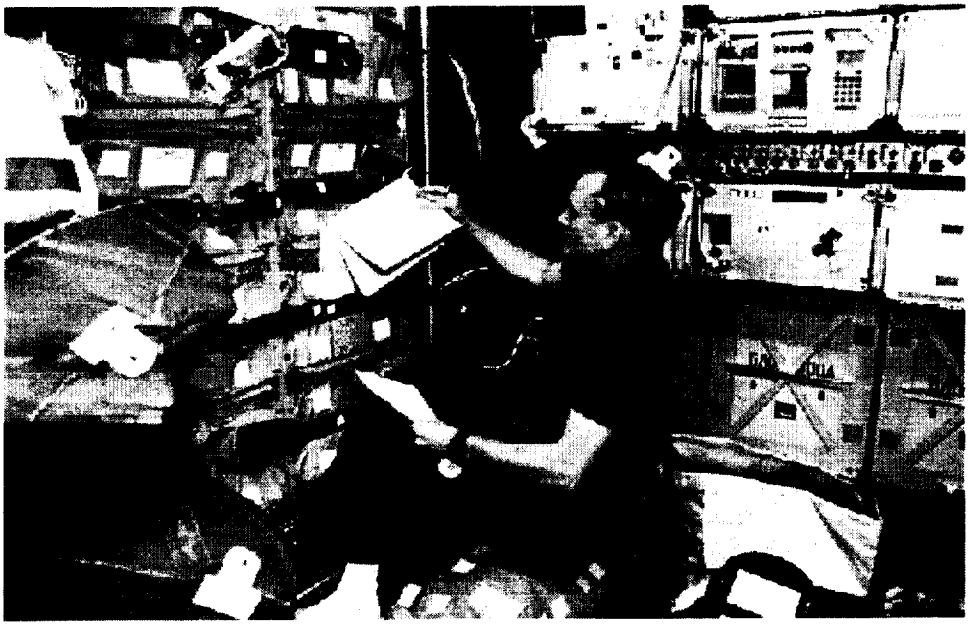
17. Для своевременной доставки российских грузов потребовалось, чтобы Группа по проектам СПЕЙСХЭБа (SPG) хорошо знала порядок прохождения грузов через таможню и правила международных перевозок.

18. Для выполнения требований по российским грузам (например, по блокам наддува переносным, текущим перевозкам биотехнологического оборудования, входящих в разряд опасных грузов) персонал по контрактным наземным операциям с полезной нагрузкой (PGOC) и персонал лаборатории оборудования летного экипажа работали в тесном контакте с совместной рабочей группой по планированию грузопотоков.

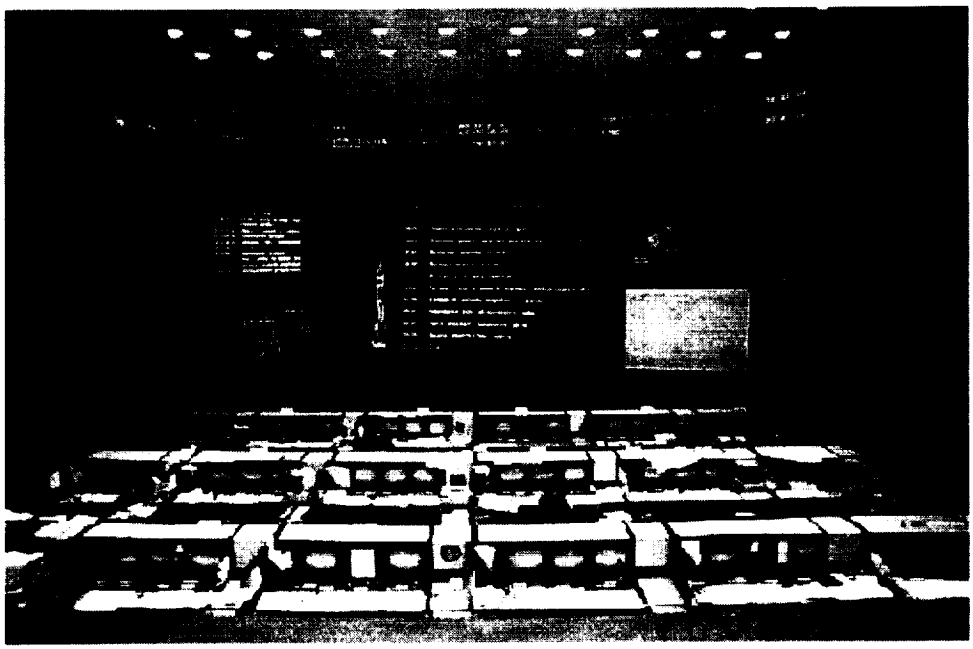
19. Данные каталога российских грузов (док. 0006) позволили специалистам по размещению грузов быстро оценивать возможности укладки российских грузов, и послужили основой для разработки требований по составу, габаритным размерам, массе и требований по наземным погрузочно-разгрузочным работам.

20. Преемственность состава совместной рабочей группы по планированию грузопотоков в продолжении всей программы «Мир-НАСА» (т.е. использование постоянного состава специалистов от полета к полету) способствовала созданию рабочих отношений и открытому обмену информацией, что позволило создать сплоченную рабочую обстановку и обеспечить высокий уровень доверия и сотрудничества между членами рабочей группы. Это дало возможность оперативно решать все вопросы, порой казалось неразрешимые, и исключить непроизводительные затраты рабочего времени.

21. В полете STS-89 впервые была осуществлена смена крупногабаритного российского оборудования в модуле "СПЕЙСХЭБ" на старте (БНП на БКВ-3) при этом масса БКВ-3 (82,35 кг) была рекордной.



Астронавт STS-79 Том Эйкерс проводит инвентаризацию изделий, подлежащих переносу на ОС Мир



Центр управления полетами - Москва

Центр управления полетами - Хьюстон

Раздел 5 - Совместные операции Шаттл - Мир

Авторы:

Виктор Дмитриевич Благов, Заместитель Сопредседателя рабочей группы по полетным операциям и интеграции систем (операции)
Олег Николаевич Лебедев, Сопредседатель рабочей группы по операциям и интеграции на ОС Мир

Филип Энгелоф, Сопредседатель рабочей группы по полетным операциям и интеграции систем (операции)
Джеффри Карденас, Сопредседатель рабочей группы по операциям и интеграции на ОС Мир

Члены рабочей группы и лица, принимавшие участие в составлении раздела:

Владимир Алексеевич Соловьев, Сопредседатель рабочей группы по полетным операциям и интеграции систем

Роберт Касл, Сопредседатель рабочей группы по полетным операциям и интеграции систем (операции)
Рик Найгрен, Сопредседатель рабочей группы по операциям и интеграции на ОС Мир (MOIWG)
Чарльз Стегемюллер, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир
Гэри Китмакер, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир
Ричард Майер, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир
Доналд Шмалхольц, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир
Майкл Хендрикс, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир
Кэрен Моррисон, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир
Глория Салинас/Локхид, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир
Дэррен Лажени/Локхид, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир
Шарад Бхаскаран/Локхид, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир
Роналд Кроуфорд/Локхид, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир
Дэбби Бабик/Локхид, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир
Кэвин Апам/Локхид, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир
Брайен Роун/Локхид, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир
Линн Пикетт/Локхид, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир

Людмила Николаева, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир
Раф Муртазин, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир
Андрей Манжелей, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир
Экрем Конеев, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир
Скелла Бугрова, рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир

5.1 Управление полетом и операции в реальном времени во время полетов Шаттла со стыковкой

5.1.1 Введение

Программа Фазы 1 включала в целом 10 совместных полётов Шаттл - Мир. Первый из них, STS-63, был запланирован только в качестве демонстрационного полета по сближению, поскольку на Шаттл не был еще установлен стыковочный механизм. Этот полет предоставил возможность проверить технику сближения, а также отработать взаимодействие между ЦУП-Х и ЦУП-М, которые потребовались для всех последующих полетов. Все остальные девять полетов включали в себя успешные стыковки, перенос грузов и расходуемых материалов, замены как американских, так и находящихся на ОС "Мир" российских экипажей, и проведение совместных экспериментов на фазе полета в связке.

Шаттл и ОС "Мир" были изначально созданы независимо друг от друга, преследуя в основе своей совершенно различные цели, и по своему существу они не были совместимыми космическими кораблями. Многочисленные расхождения потребовали как инженерных, так и операционных решений для того, чтобы облегчить совместные действия состыкованных кораблей. Технологические процессы, разработанные для претворения этих решений, процедуры и методы, использованные для их выполнения, опыт, полученный в результате штатных полетов и непредвиденных событий, - все это главная основа для развития совместных принципов работы для будущих программ, таких как МКС.

5.1.2 Выполнение совместных операций

Разработка процесса совместных работ была разделена на многочисленные функциональные области и подгруппы. Перед каждым совместным полетом общие соглашения в каждой области для проведения запланированных работ фиксировались в Совместных Соглашениях, которые являлись источником детальных операционных планов и процедур для полета. Был разработан процесс контроля документации для внесения изменений в эти документы, так чтобы обе стороны могли рассматривать и соглашаться с предложенными изменениями. Хотя этот процесс был в какой-то степени громоздким и может быть улучшен для будущих программ, концепция использования документов, контролируемых группой ведения документации, обоснована и внесла вклад в успех совместной программы.

Операции в реальном масштабе времени для полетов Шаттл - Мир проводились в рамках соглашения, что ни один из кораблей, и ни один из ЦУПов не руководили совместными действиями. ЦУП-М контролировал и имел полномочие на руководство ОС "Мир", а ЦУП-Х был ответственен за Шаттл. Подобным образом, командир Шаттла был ответственен за Шаттл и экипаж, и командир ОС "Мир" был таким же образом ответственен за свой корабль и экипаж. Эта договоренность сформировала основу необходимости взаимного соглашения по каждому аспекту совместных действий. Одним из основных инструментов этих соглашений было использование Совместных правил полета. В этих правилах, разрабатываемых перед каждым полетом, фиксировались документально как запланированные операции, так и действия во время нештатных ситуаций. Правила полета снизили необходимость принятия оперативных решений и обеспечили то, что все

последствия в ходе каждого действия рассматривались и согласовывались обеими сторонами достаточно оперативно.

Выполнение совместных полетов требовало координации между двумя центрами управления, находящимися в тысячах миль друг от друга, в различных временных зонах и использующими различные родные языки. Коммуникационные связи, процессы и процедуры были выработаны для обмена информацией между командами управления для координации решений и для внесения изменений в план. В дополнение к созданию этих совместных возможностей центров управления полетами, производился обмен группами консультантов на время полета для облегчения технических обсуждений между центрами управления и для наблюдения и обучения тому, как другая команда выполняет свои задачи.

Детальное планирование и контроль за совместными полетами производились на основе взаимного согласия, достигаемого в каждой отдельной технической области; например, требования по ориентации согласовывались соответствующими специалистами по ориентации, процедурные вопросы были разрешены специалистами по отдельным операциям, и так далее. Выяснение вопросов на этом уровне завершалось выработкой обоюдно приемлемых рекомендаций для руководителей полета и менеджеров полета, и явилось эффективным методом разрешения технических вопросов.

5.1.3 Совместные достижения в области операций

Планирование и выполнение этих совместных полетов заключало в себе много значительных достижений. Было много трудных моментов как в результате технической сложности задачи, так и в результате практических вопросов, связанных с техническими и языковыми различиями. Среди наиболее значительных достижений были:

Стыковка кораблей - Операционные методы для причаливания и стыковки Шаттла с орбитальным комплексом "Мир" были разработаны и постоянно улучшались на протяжении всей программы. Комплекс "Мир" продолжал изменяться в течение всей программы с перемещением и добавлением модулей и перемещением солнечных батарей. Вопросы, связанные с нагрузкой от факелов двигательной установки, нагрузками при контакте и связанные с динамикой корабля, требовали постоянной переоценки с учетом этих изменений. Во время начального этапа программы метод подхода Шаттла был изменен от подхода со стороны вектора скорости ("подход по вектору скорости") на подход снизу ("подход по радиусу - вектору") для того, чтобы снизить нагрузки от факелов двигательной установки. В течение всей совместной программы стыковки проводились строго согласно требуемым условиям.

Технические операции комплекса Шаттл - Мир в связке: Взаимно совместимые операции комплекса Шаттл - Мир требовали большой работы в областях управления ориентацией, поддержания теплового режима и режима энергообеспечения, а также поддержания атмосферы связки. В основе стратегии управления ориентацией и контроля атмосферы связки было положение, по которому управление предоставлялось только одному кораблю. Таким образом избегались взаимодействия между системами управления обоих кораблей. Чтобы выполнить эти изменения, потребовалось усовершенствование параметров управления цифровым автопилотом Шаттла и дополнение технического

оборудования системы регулирования окружающей среды Шаттла. Дополнительным результатом этой работы стала методика пополнения атмосферы ОС "Мир" за счет избыточных ресурсов газовой среды Шаттла. Управление ориентацией было сложным из-за противоречивых требований двух кораблей. Были необходимы значительные усилия для того, чтобы сбалансировать вопросы, связанные с энергообеспечением для ОС "Мир", терморегуляцией ОС "Мир" и Шаттла, с затенением связной антенны и с использованием топлива для управления ориентацией.

Операции по управлению полетом: Одним из самых значительных испытаний совместной работы была координация управления между двумя центрами управления полетами. Развитие прочных рабочих взаимоотношений между двумя группами управления потребовало проведения тренировок в условиях моделирования, а так же создания свободных от помех, с хорошим качеством каналов связи и систем. Были созданы специальные места за пультом управления (для РИО и ПРП) для поддержки взаимодействия. Были разработаны процедуры обмена информацией между центрами управления полетами, определяющие моменты докладов, принятия решений. Кроме того, использование консультационных групп предоставило возможность проведения, при необходимости, совместных детальных, технических обсуждений. Вся эта работа проводилась в условиях языкового различия, требующего использования переводчиков. Успешное завершение целого ряда полетов, с учетом практических сложностей, служит доказательством технических способностей обеих сторон. Взаимное доверие и уважение к технической способности каждой стороны, достигнутые посредством совместных встреч и предполетных подготовительных работ, явились решающими в установлении рабочих взаимоотношений.

5.1.4 Совместно накопленный опыт

Двуязычные процедуры: Хотя каждый экипаж Шаттла имел по крайней мере некоторое знакомство с русским языком, и русские экипажи знали немного английский язык, не представлялось возможным в рамках Программы Фазы 1 свести работу к использованию одного языка. Однако, в интересах безопасности и эффективной работы, было решено, чтобы обе стороны имели четкое представление обо всех процедурах и планах друг друга. Как результат, был выработан метод представления всех подробных совместных процедур на обоих языках. Идентичные действия на каждом языке были напечатаны на противоположных страницах инструкций. Были использованы различные методы печати для того, чтобы различать какие шаги должны были быть выполнены каждой стороной. Поскольку решающим было, чтобы оба ЦУПа полностью понимали полетные правила, они так же были напечатаны на обоих языках на противоположных страницах документа. Циклограммы экипажей были также представлены на русском и английском языках.

В будущем, в тех случаях, когда вовлечено более двух языков, как в случае с МКС, сведение к использованию в работе единого языка было бы предпочтительным в тех случаях, когда имеется время для получения языковых знаний для всех сторон. Однако, по-прежнему является решающим, чтобы некоторые критические по времени и по безопасности процедуры были абсолютно ясны и легко понятны в случае аварийной ситуации. Таким образом, может потребоваться некоторое минимальное количество многоязыковых процедур и маркировок.

Работа экипажа: Рациональное использование комбинированных экипажей Шаттла и ОС "Мир" требовало четкого планирования и координации. Проведение работ по переносу грузов, проведение научных экспериментов во время работы в связке, время передачи дел для смены экипажа длительного полета, и повседневная работа систем обоих кораблей предъявляли сложные требования ко времени экипажа и имеющуюся в распоряжении объему кораблей. На протяжении Программы Фазы 1 методика планирования значительно развивалась. Ежедневный обмен информацией между ЦУПами позволил ответственным за планирование контролировать выполнение задания. Было запланировано время для обоих экипажей для встреч и анализа ежедневных планов для того, чтобы улучшить координацию между двумя экипажами.

Организация смен сна: У членов экипажей ОС "Мир" было выработано привыкание к стандартному 24 часовому дню по повторяющемуся графику, которое было синхронизировано с декретным московским временем (ДМВ). Члены экипажа Шаттла, однако, имеют различную продолжительность рабочего дня для того, чтобы подогнать время пробуждения членов экипажей для обеспечения операций запуска и выведения на орбиту. По причинам, связанным с орбитальной механикой, периоды сна / бодрствования двух экипажей редко совпадали. Однако, эффективное использование рабочего времени экипажа требует, чтобы некоторый минимальный единый рабочий день был достигнут, и, таким образом, от обеих экипажей требовались компромиссы для того, чтобы выровнять рабочие дни. Посредством опыта, полученного во время Программы Фазы 1, было установлено, что минимальный единый рабочий день для экипажей должен быть по крайней мере, 8 часов общего рабочего времени для того, чтобы завершить перенос всего груза и выполнить другие назначенные задания. Это может потребовать смены сна экипажей станции и Шаттла вплоть до 4 часов.

5.1.5 Применимость к МКС

В то время, как многие методики операций и специфические процедуры, разработанные в процессе Программы Шаттл-Мир, были характерными для конфигурации ОС "Мир" - ОК "Шаттл", многие общие принципы могут быть применены для будущих совместных работ, таких как Международная космическая станция.

Структура общей группы управления: Для Фазы 2 будут существовать как американская, так и российская группы управления кораблем МКС. В отличие от структуры Программы Шаттл-Мир, МКС будет управляться как единый комбинированный корабль, где российская сторона будет ответственна за выполнение работ на российском сегменте, а американская сторона будет ответственна за американский сегмент. Однако, США будут ответственны за общее руководство работами по МКС. Несмотря на то, что один центр управления будет нести основное общее управление в определенный момент времени, принцип совместной координации на уровне отдельных технических областей и соглашения между руководителями полета являются по-прежнему основным операционным методом, отработанным на Фазе 1. Использование консультативных групп будет продолжено в структуре группы управления МКС.

Структура совместной документации:

Использование зафиксированных документально Правил полета и процедур ЦУПов будет продолжено в качестве стандартной практики проведения операций. Система согласования и внесения изменений в совместные документы, проверенная при полетах 1 Фазы, может быть полностью использована для МКС.

Принятие совместных решений:

Взаимодействие ЦУПов и их Руководителей полетов при номинальном полете и в нештатных ситуациях было отлажено и обеспечило успех 9 миссий. Обмен полетной документацией и методы оперативного принятия решений, включая устные обсуждения проблем, запросы по факсам, брифинги руководителей полета, обеспечение сотрудничающей стороны исчерпывающей информацией по возникающим проблемам будут приемлемы, в основном, и для МКС.

Совместное планирование:

Совместное планирование и согласование совместных планов на этапе Фазы 1 также было отлажено и, в основном, могут быть использованы на МКС. Целесообразно расширить использование цифровых линий связи и оборудования для оперативного обмена вариантами планов для ускорения их согласования.

Использование бортового и наземного сегментов партнера:

Бортовой сегмент партнера на Фазе 1 использовался достаточно широко (обмен атмосферой, векторами состояния, поочередное управление ориентацией, использование наземных станций и каналов связи партнера). Следует продолжить эту практику на МКС продвигаясь далее в сторону увеличения такого рода услуг.

И, наконец, из области неинженерных достижений, может быть самым главным достижением 1 Фазы можно назвать дружескую творческую обстановку, сложившуюся между специалистами наших стран в процессе совместных работ Фазы 1.

5.2 Операции во время долгосрочных экспедиций

5.2.1 Краткая информация

Совместная рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир (MOIWG-WG-6) была образована весной 1995 г. в рамках Программы Фазы 1, и на нее была возложена ответственность за реализацию совместной научной программы НАСА/Мир на борту Шаттла и на ОС Мир. При этом задачи MOIWG включали в себя разработку, определение и реализацию процесса интеграции, подготовки полетов и операций по совместным научным исследованиям на Шаттле и ОС Мир. Опираясь на согласованный обеими сторонами документ требований по интеграции полезных нагрузок (IPRD), требования научной программы принимались за основу и реализовывались в соответствии с рядом документов и протоколов, разработанных и подписанных совместной рабочей группой. Процесс реализации включал в себя, но не ограничивался подготовкой экипажей и наземных операторов, интеграцией полезных нагрузок и медицинского оборудования, подготовкой и выполнением операций, а также обеспечением поддержки экипажей во время полета в масштабе реального времени. С американской стороны функции MOIWG были поделены между пятью

функциональными группами: анализа интеграции, руководства полетом, операций, подготовки и комплексной рабочей группой (IPT) по интеграции. Каждое из этих подразделений имело прямой контакт с представителями научных дисциплин и другими рабочими группами - участниками Программы на Фазе 1 с тем, чтобы совместно определять и разрабатывать план реализации требований программы. С целью реализации совместных мероприятий MOIWG также взаимодействовала с различными российскими организациями, такими как Институт Медико-Биологических Проблем (ИМБП), РКК Энергия (РКК-Э), ЦНИИМАШ и Центр подготовки космонавтов им. Гагарина (ЦПК).

Достижениями Программы Фазы 1 были не только полученные научные данные, но также и приобретенные знания по планированию и проведению долгосрочных работ на борту космической станции. Предыдущий опыт как США, так и России в проведении своих космических программ - Меркурий, Джеминай, Аполло, Скайлэб и Спейс Шаттл; Восток, Восход, Союз, Салют и Мир - показал различные подходы к планированию и проведению операций во время космических полетов по Программе Фазы 1. Работая вместе, обе стороны использовали наилучшие достижения каждой программы, чтобы придти к соглашению в постоянном потоке технических, рабочих и политических вопросов, являющихся частью динамического проявления среды пилотируемой космической станции, находящейся в непрерывном полете.

В нижеследующих разделах кратко описывается структура, процессы, совместные достижения и рекомендации по каждому из направлений деятельности MOIWG.

5.2.2 Группа анализа интеграции (AIT)

5.2.2.1 Обзор

MOIWG несла ответственность за обеспечение испытаний полезной нагрузки, подготовку необходимой документации по испытаниям и интеграции, подготовку документации для тренировок и поддержки экипажей, за фактическую интеграцию систем полезной нагрузки на борту, за оперативное выполнение экспериментов и исследований и за обработку и распределение предполетных и послеполетных данных в соответствии с требованиями.

Группа анализа интеграции (AIT) осуществляла основное организационное взаимодействие между сферами требований к полезным нагрузкам, разработки, доставки, контроля за графиком и принятия решений MOIWG. Она являлась ведущим подразделением MOIWG, несущим ответственность за организацию и координацию работы по полезным нагрузкам во всех комплексных рабочих группах, рабочих группах НАСА/Мир, других подразделениях НАСА и российских организаций. Взаимоотношения между совместными рабочими группами по использованию программы исследований определялись док. US/R-001.

5.2.2.2 Организационная структура и процессы деятельности

НАСА несла ответственность за руководство MOIWG на протяжении всех полетов, используя предусмотренную программой структуру, по пяти главным направлениям: анализа интеграции, руководства полетом, операций, подготовки и интеграции. Использование согласованных

процессов и систем, реализация критического опыта, вынесенного из истории полетов, оказались ключевыми составляющими успеха MOIWG. В соответствии с теми же функциональными принципами была также организована основная группа поддержки MOIWG, а относящиеся к конкретным полетам группы отслеживали ход каждого полета - от определения и отработки требований до проведения послеполетного анализа и составления отчета.

Основным документом, описывающим сферу деятельности каждой полетной экспедиции являлся документ «Требования по интеграции полезных нагрузок» (IPRD), разработанный Рабочей группой по научной программе полетов (MSWG/WG-4). MOIWG наиболее тесно сотрудничала с MSWG. Обе группы проводили ежеквартальные встречи и рассмотрения, в работе которых участвовали и российские специалисты, выступавшие в роли российского связующего звена между РГ-4 и РГ-6. Вследствие динамичного характера изменений обстановки на космической станции эти совместные встречи были бесценными, поскольку они предоставляли возможность прямого сотрудничества между американскими и российскими научными кругами, а также персонала, в обязанности которого входило выполнение требований. К тому же, важные вопросы программы также выносились на рассмотрение во время еженедельных совещаний НАСА по Программе Фазы 1 и телеконференций, а также во время периодических встреч Группы 0 Фазы 1.

5.2.2.3 Совместные достижения

В данной американской программе исследований российские специалисты не принимали участие в постановке задач экспериментов, анализе результатов или оценке экспериментов, за исключением оценки параметров ОС Мир или экспериментов, в которых российские специалисты принимали непосредственное участие как соисследователи.

Во время разработки программы и на стадиях ее выполнения обе стороны работали совместно в духе взаимопонимания, не прибегая к соблюдению излишних формальностей для достижения наибольшего успеха.

Постоянно углубляющееся понимание возможностей в части запуска и возвращения кораблей и анализ расписаний космических кораблей каждой из сторон позволяли представителям программы поставлять или возвращать критически важные изделия в зависимости от событий, которые происходили на ОС "Мир".

Это понимание дало возможность каждой из сторон пересматривать и заново планировать научную программу, основываясь на динамичном характере изменений обстановки на космической станции.

5.2.2.4 Совместно накопленный опыт/Применимость к будущим экспедициям

Создание рабочих форумов для обсуждения всех открытых вопросов, связанных с интеграцией и операциями систем полезной нагрузки на элементах партнеров, особенно в ситуациях, обусловленных различием в разработке модулей и элементов, а также с размещением.

Создание рабочих форумов с правом принятия решений и ответственностью за реализацию и выполнение намечаемых мероприятий и решений.

5.2.3 Комплексная рабочая группа (КРГ) по руководству полетом

5.2.3.1 Обзор

На КРГ по руководству полетом в составе MOIWG была возложена задача руководства операциями на средней палубе Шаттла, связанными с научными экспериментами программы НАСА/Мир и переносом соответствующего оборудования. Основные из этих операций включали: тренировку экипажа по полетным операциям и/или операциям по переносу оборудования научных экспериментов средней палубы Шаттла (STS (Космическая транспортная система)), оценку безопасности наземных и полетных операций, дооснащение расходуемыми материалами, обеспечение новым оборудованием, возвращение проб и оборудования экспериментов, обеспечение проведения наземных предполетных и послеполетных операций и руководство процессом разгрузки оборудования на посадочной площадке.

5.2.3.2 Организационная структура

Каждый разработчик элемента полезной нагрузки (PED) держал руководителей полета группы MOIWG в курсе вопросов, касающихся ПН средней палубы, за которую он отвечал, уделяя особое внимание транспортировке на Шаттле оборудования экспериментов научной программы на ОС Мир и обратно.

Многообразие функций и ответственностей руководства полетом включала вопросы внесение научной ПН в манифест, полетные операции в реальном времени и координации послеполетных операции после приземления (разгрузка оборудования и наземные операции). В дополнение, руководитель полета группы MOIWG был представителем MOIWG в КРГ Фазы 1, осуществляя тесную связь между двумя этими группами.

Кроме того, Группа руководства полетом тесно сотрудничала с группой Спейсхэб по вопросам, интеграции летного оборудованием, заявленного для модуля Спейсхэб.

5.2.3.3 Процессы деятельности

Новые заявки или изменения, поданные разработчиком полезной нагрузки (полетные операции и/или изменения оборудования), рассматривались в рамках ССВ группы MOIWG, а затем утвержденные изменения представлялись на рассмотрение в Контрольный совет по требованиям Программы Фазы 1 (PRCB). Группа руководства полетом работала в рамках группы MOIWG и в сотрудничестве с рабочей группой по научной программе (MSWG) над идентификацией оборудования, которое требовалось для обеспечения отобранных экспериментов. Окончательный вариант манифеста и последующие изменения использовались руководителем полета группы MOIWG для разработки соответствующей документации.

В документе по требованиям к полезной нагрузке на средней палубе (MPRD) JSC-27898 были указаны требования разработчиков элементов полезной нагрузки к элементам полезной нагрузки экспериментов на средней палубе Шаттла по научной программе и новым технологиям. Все фазы полета Шаттла, включая наземную интеграцию и деинтеграцию, тренировки экипажа и наземные и полетные операции, были включены в этот документ.

Кроме того, группа безопасности разработала пакеты документации по комплексному обеспечению безопасности полетных и наземных операций для полезной нагрузки экспериментов на средней палубе Шаттла, подготовила информацию для листов данных по безопасности материалов (MSDS), опросных листов по процессу операций с отходами (PWQ) и сводной таблицы опасных материалов (HMST).

Комплексная рабочая группа руководства полетом контролировала манифесты на выводимое на орбиту и возвращаемое с орбиты научное оборудование, представленное в документе по требованиям на Фазе 1 Программы (P1RD) и предоставляла информацию для выпуска документации Шаттла. С целью контроля состава оборудования руководство полетом неоднократно уточняло манифест и проводило полную сверку манифеста в реальном времени с официальным перечнем оборудования в IPRD, с документом 004 (Манифест оборудования на ОС Мир) и с документом по требованиям на Фазе 1 Программы. Изменения, выработанные на основе директив, представленных советом ССВ группы MOIWG, были отражены в P1RD и в документации Шаттла. При разработке манифеста для Шаттла первоочередное значение также имела циклограмма. Важной задачей Отдела управления полетом (ММО) было контролировать соответствие циклограммы последним изменениям требований по научной программе.

5.2.3.4 Совместные достижения

На протяжении Программы Фазы 1 руководителями полета в составе группы MOIWG были разработаны планы и методики, включающие:

1. Ознакомление с экспериментами по научной программе на средней палубе Шаттла - Для готовящегося к полету экипажа и операторов директората полетных операций проводилось ознакомление с экспериментами по научной программе на средней палубе. Это давало экипажу общее представление о полезной нагрузке на средней палубе, о любых ограничениях для полезной нагрузки, хранении изделий в охлажденном состоянии (требования, оборудование, предназначенное для полета, состав, основные выполняемые операции), графике и содержании тренировок.

2. План по хранению изделий в охлажденном состоянии - Благодаря хорошо разработанному плану, точно выполненным операциям и тренированному экипажу замороженные и охлажденные пробы переносились с Шаттла на Мир и с Мира на Шаттл во время каждого полета и при этом не было потеряно ни одной пробы.

3. План разгрузки оборудования/план наземных операций - Был разработан процесс разгрузки оборудования, который обеспечивает получение, инвентаризацию и распределение всей совокупности оборудования Фазы 1 Программы вовремя и систематически. Таким образом на Фазе 1 были обеспечены учет и регистрация возвращаемого оборудования.

4. Манифест ММО - Манифест ММО предоставлял необходимую детальную информацию для интеграции выводимого и возвращаемого оборудования, а также для внесения изменений в документ по требованиям на Фазе 1.

5.2.3.5 Совместно накопленный опыт

Уроки, извлеченные КРГ по руководству полетом в процессе полетов по программе Шаттл/Мир, которые могут быть использованы для МКС:

1. Разработка хорошо налаженной системы документации для оперативного внесения изменений на поздних этапах. Организация процесса, позволяющего собирать вместе сотрудников, ответственных за все необходимые элементы для оценки всех изменений, предлагаемых позже контрольного срока (2 месяца до запуска) и организации работ по этим изменениям.

2. Специально для обсуждения вопросов переноса и эксплуатации оборудования требуется формализация предполетной координации между отделом руководства полетами Шаттла, отделом Программы, Директоратом полетных операций, разработчиками полезной нагрузки и членами КРГ по интеграции и операциям во время продолжительных полетов на ОС Мир.

3. Наименования чертежей оборудования, наименования, используемые на этикетках, и индексы оборудования должны быть указаны в перечне оборудования. В официальных документах надо избегать употребления упрощенных названий. Разработка отдельных чертежей для этикеток оборудования может снизить количество изменений в чертежах в случае, если экипаж захочет модифицировать название на этикетке. Представляется полезным доработать Руководство КЦД по составлению чертежей с целью внесения подходящей процедуры для решения проблемы, связанной с описанием существенно различных изделий. Указание индексов изделий параллельно с их наименованиями в бортовых методиках и другой документации может исключить возможные недоразумения.

4. Следует использовать документально оформленный план в качестве модели для предстоящих наземных операций по разгрузке оборудования. Оборудование должно доставляться в специальный центр для распределения и проведения инвентаризации. Требования должны быть отражены в одном общем документе по разгрузке оборудования. С другой стороны, от экипажа требуется упаковывать все изделия, которые должны быть выгружены на раннем этапе или штатно в отдельные пакеты (это занимает больший объем и требует большей координации действий экипажа на орбите). Разработанный план разгрузки оборудования является хорошим образцом для выработки будущих программ.

5. Производственные площади со специальным технологическим и лабораторным оборудованием должны быть выделены или созданы для МКС в исследовательском центре им. Драйдена (DFRC). Возможные потери результатов научных экспериментов в области длительных космических полетов будут намного превышать затраты на соответствующие помещения.

6. Следует зарезервировать место на борту станции для хранения оборудования дооснащения общего назначения, таких как пакеты Зиплок, ткань Велкро, ручки и батареи. В определенное время перед запуском следующего Шаттла, член экипажа должен провести инвентаризацию, имеющегося на руках оборудования дооснащения. На Земле должен быть подготовлен каталог предварительно утвержденного оборудования дооснащения для обитаемого отсека, которые подрядчик, ответственный за упаковку летного оборудования (FEPC), пополняет. Эти изделия не должны проходить стандартный процесс заявки в манифест. При существующей системе для заявки в манифест пакета "зиплок" требуется почти столько же усилий, как и для полезной нагрузки.

7. Необходимо обеспечить электронную фотокамеру (ESC) для фотографирования всего запитываемого оборудования после его установки или для других операций, которые требуют детального знания конфигурации наземными специалистами, принимающими участие в работе вместе с экипажем по вопросам инспекции, поиска и устранения неисправностей или по наблюдениям в рамках научной программы.

5.2.4 Комплексная рабочая группа по тренировкам по научной программе

5.2.4.1 Краткая информация

Тренировки экипажей явились главным компонентом успеха в проведении научно-исследовательской программы. Для эффективного планирования и реализации программы тренировок по ПН было необходимо тесное сотрудничество с Рабочей группой по проведению тренировок обмену экипажами (РГ-5). Проведение качественных тренировок зависело от ограничений, связанных с распределением времени экипажа, манифестами на грузы, датами запусков, наличием тренировочного оборудования и инструкторов, операционной документации, уровнем готовности бортовой документации и различными изменениями в программе полета. При планировании и проведении тренировок экипажа по программе НАСА/Мир необходимо проводить тщательный анализ требований к тренировочным сессиям, учитывать общую подготовку членов экипажа и предыдущие тренировки, а также научные требования и требования по проведению операций. Это было достаточно сложно ввиду того, что космонавты и астронавты стартовали на различных космических кораблях. По причине ограничений во времени экипажа, особенно в США, необходимо было проводить эффективные и оптимальные тренировочные занятия. Ликвидация дублирования материала, тщательная разработка содержания тренировочных сессий и другие методы использовались для того, чтобы сделать тренировочные сессии наиболее эффективными. Также КРГ являлась координатором тренировочных программ по подготовке и сертификации операторов для работы в ЦУП и POSA.

5.2.4.2 Организационная структура и процессы деятельности

Структура КРГ по тренировкам была определена, исходя из необходимости иметь основную группы американских и российских специалистов для обеспечения проведения тренировочных занятий по ПН по всем аспектам программы. Эта группа обеспечивала координацию необходимой поддержки со стороны научных руководителей экспериментов и разработчиков оборудования с целью проведения тренировочных сессий для экипажа и операторов ЦУП. Учитывая это, американский персонал КРГ по тренировкам находился как в Космическом центре им. Джонсона (КЦД), так и в России в Центре подготовки космонавтов им Гагарина (ЦПКГ). Более того, в обязанности этой группы также входили тренировки операторов ЦУП в США и в России.

Анализ и определение требований к тренировкам по ПН основывался на оценке научных требований и требований по операциям, определенных в IPRD. В то время как в документах серии 100 и IPRD содержатся предварительные требования , в обязанности КРГ по тренировкам входило создание и определение концепций тренировок, руководств по тренировкам, совместно согласованных планов проведения тренировочных сессий для успешного осуществления научной программы НАСА/Мир. Во время совместных заседаний рабочей группы по тренировкам, а также во время проведения тренировочных сессий в США и различных дискуссий, КРГ по тренировкам установила и пришла к соглашению по поводу концепций тренировок, принципов и специфических для каждого этапа программы планов. Принятие изменений и модификаций требований к тренировкам для каждого этапа программы находилось в компетенции ССВ MOIWG, а реализация этих изменений координировалась на совместных заседаниях MOIWG, и результаты фиксировалась в протоколах.

Во время проведения тренировок по ПН, было определено, что для подготовки к полету на каждом этапе программы необходимо проводить две тренировочные сессии в США. Это дополняло непрерывные тренировки экипажа, проходившие в ЦПКГ, и базировались на наличии тренировочного оборудования достаточного подобия. Фактически тренировочное оборудование, предназначенное для проведение тренировок в России проходило приемо-сдаточные испытание с участием специалистов ЦПКГ, которые знакомились с тренировочным оборудованием, верифицировали подобие тренировочного и летного комплектов, а также проверяли методики проведения эксперимента. Были разработаны планы проведения каждого тренировочного занятия, а также согласован метод регистрации с целью оценки проведенной сессии, который также являлся методом постоянно идущего процесса улучшения проведения тренировочных сессий. В тренировочных сессиях принимали участие американские научные специалисты, кураторы РКК-Э по каждому эксперименту, инструкторы ЦПКГ и разработчики бортовой документации. Тренировки экипажа проводились индивидуально и в группе с целью обеспечения требований для основного и запасного экипажей, а также требований для операторов и испытателей. Находясь в России, еженедельные тренировочные сессии по ПН проводились в соответствии с совместно согласованным планом проведения тренировочных сессий для данного этапа программы. Для проведения теоретических и практических занятий в ЦПКГ имелись в

наличии модель ОС Мир с моделями модулей, включая специальные стенды для оборудования. Более того, все тренировки по ВКД по работе с оборудованием наружного размещения проводились в ЦПКГ. Тренировки экипажа по медицинским дисциплинам требовали не только средств и совместных ресурсов, имеющихся в ЦПКГ, но и тесного сотрудничества со специалистами Института медико-биологических проблем (ИМБП). До начала полета было достигнуто высокое мастерство при выполнении соответствующих операций вследствие раннего определения тренировочных занятий по закреплению пройденного материала и отработке навыков, а также определения необходимого оборудования и методов для проведения этих сессий, таких как использование компьютеров и разворачиваемых тренажеров, как на земле, так и на орбите.

Для того, чтобы воспользоваться услугами разработчиков элементов ПН и эффективностью оборудования, программа подготовки наземных операторов проводилась параллельно с тренировками экипажа в США. Дополнительная подготовка проводилась в КЦД.

Готовность экипажа к выполнению научной программы определялась на основании результатов тренировочных сессий.

5.2.4.3 Совместные достижения

Инцидент с модулем Спектр и поздняя смена экипажа показали, что разработанный процесс тренировок гибкий, но тем не менее достаточно конструктивный, что позволяет адаптироваться к различным условиям изменения программы.

Для достижения эффективности тренировочных сессий потребовалась постоянная координация действий с российской стороной и американскими специалистами по тренировкам, находящимися в России, с целью поддержания непрерывности и взаимосвязанности планов проведения тренировочных сессий в США и России на протяжении всех экспедиций. Результатом дискуссий часто становилось определение специализации членов экипажа, рассмотрение методик, общих требований и пересмотр запланированных на тренировки часов.

Для успешного проведения тренировочных сессий большое значение имела координация графиков проведения тренировок с графиками разработки тренировочного оборудования и бортовой документации. Осуществлению координации на поздних этапах программы способствовало улучшение рабочих связей, рационализация процесса, и повторно запускаемые эксперименты.

Хорошо отлаженный процесс также позволил эффективно провести совместные тренировки операторов ЦУП и экипажей, а также разработать различные новые методы тренировок и тренировочные материалы, таких как тренировки экипажа с помощью компьютера для использования на орбите.

Развитый процесс тренировок экипажа с ПН позволил успешно скоординировать действия, связанные с тренировочной деятельностью в

рамках всей программы в течение нескольких ее этапов и даже на международном уровне.

Несомненно, непрерывный процесс улучшения привел к отладке процесса переговоров, а также к максимальной синхронизации процесса разработки бортовой документации с графиком проведения тренировочных сессий.

Разработка усовершенствованных тренировок и лабораторных стендов в ЦПКГ в поддержку научных направлений программы

5.2.4.4 Совместный накопленный опыт и его использование в будущем

Опыт длительных космических полетов показал, что экипаж должен активно участвовать в научных исследованиях и экспериментах. Это достигается через накопление экипажем научных аспектов изучаемого явления и основополагающих принципов проектирования и эксплуатации научного оборудования.

Невозможно переоценить значение оснащения тренажеров и макетов. Очень важно обеспечить комплексную подготовку по ПН как на уровне системы, так и элемента.

Сертификация тренировочного оборудования для наземного использования должна точно указывать на соответствие летным образцам с точки зрения безопасности и подобия.

Для того, чтобы быть в состоянии непрерывно улучшать подготовку экипажа для выполнения программы научных экспериментов и исследований, процесс подготовки нужно непрерывно обновлять на основании результатов экспериментов предыдущих и сегодняшних полетов. А это требует корректировки тренажеров в соответствии с последними экспериментами и отчетами.

Разработка документации по эксплуатации оборудования имеет первостепенное значение для подготовки экипажа, также как и составление комплексных графиков для тщательной координации тренировок.

5.2.5 Комплексная рабочая группа по операциям

5.2.5.1 Краткая информация

На КРГ MOIWG по операциям были возложены задачи по обеспечению оценок проведения операций и выполнения требований по ПН, определению и разработке мероприятий по подготовке к полету, по обеспечению проведения полета в реальном времени специалистами США и России, а кроме того, проведения послеполетных оценок и отчетов.

5.2.5.2 Организационная структура и процессы деятельности

Для удовлетворения соответствующих требований КРГ по операциям была организована так, чтобы обеспечивать поддержку групп для каждого этапа экспедиции, а также для обеспечения документацией по операциям, необходимой для каждого полета. Таким образом, существовала основная группа специалистов по операциям, которые обеспечивали передачу данных и связь, техническое обеспечение систем, разработку бортовой

документации, планирование полета, а также оценку операций и выполнение требований. В задачу КРГ по операциям также входило изучение работы систем ОС Мир для поддержки всей программы НАСА/Мир и с целью подготовки к операциям на МКС. Выполняя эту работу, КРГ обеспечивала группы поддержки для обоих ЦУП (персонал групп работал в сменном режиме), которые осуществляли совместное оперативное руководство полетом. Тесный контакт с рабочей группой по научной программе полета (MSWG) в части обеспечения операций был необходим с целью успешной реализации требований научной программы НАСА/Мир. Отдел обеспечения операций с ПН, расположенный в ЦУП-Х в КЦД (POSA), осуществлял интеграцию операций, выполняемых американской стороной в рамках программы полетов НАСА/Мир, а ЦУП-М, расположенный в Москве, обеспечивал интерфейс между американской стороной, группой управления полетом ОС Мир и американским астронавтом, выполняющим продолжительный полет на ОС Мир.

Операционные процессы полета основывались на российской системе длительного полета для разработки штатного полетного плана, планов научных исследований и экспериментов, ежедневных планов полета, разработки и реализации процедур, включая корректировки в реальном времени, сеансы передачи данных и связи, а также обработку и рассылку телеметрической информации.

С целью реализации этих задач КРГ по операциям проводила периодические встречи в рамках программы Фазы 1, совместные совещания MOIWG, независимые обсуждения по планированию полета и по документации, а также телеконы. Более того, распределение обязанностей, связанных с проведением операций, требовало поддержания постоянного контакта с персоналом обеспечения операций полетов STS и КРГ MOIWG по руководству полетом.

5.2.5.3 Совместные достижения

Для реализации этих задач КРГ по операциям находилась в непосредственном и постоянном контакте со своими коллегами в России в течение всей программы по нижеследующим вопросам, создавая тем самым такие рабочие взаимоотношения, которые и привели к успешному выполнению операций для каждой экспедиции.

Разработка процесса для учета порядка упаковки и возвращения научных материалов, полученных во время продолжительных полетов.

Создание группы фото-видео для обеспечения полного комплекта фото-видео аппаратуры и расходных материалов для всех ПН было очень полезным для программы. Консолидация усилий по хранению фото-видео материалов позволила вернуть все пленки, использованные и неиспользованные, с уверенностью, что никакая информация, сохранившаяся на пленке, не была испорчена из-за чрезмерной радиации. Кроме того, советы экспертов по фото-видео планированию, подготовке экипажа, процедурам и изделиям обеспечили успех при проведении совместных работ.

Разработка процесса для обеспечения оценки требований по ПН в части проведения операций и реализация этих требований на ОС Мир с помощью полетных планов, бортовой документации, и других документов по операциям.

Развитие процесса разработки и внедрения бортовой документации, удовлетворяющей планам-графикам по обеспечению интеграции оборудования, планам подготовки экипажа и требованиям полетных операций.

Разработка штатного плана полета для экспедиции, основанного на планах-графиках запусков транспортных и грузовых кораблей, планах проведения научных и технических экспериментов, учета ресурсов и ограничений среды обитания в ходе полета. Дальнейшая разработка двухнедельного плана, определяющего суточное распределение работ и учитывающего оперативные изменения в состоянии полетных систем и ресурсах КА. Окончательная разработка подробного полетного плана, детально определяющего рабочую программу по суткам, в которой представлены системы станции, экипаж и комплексы наземного управления.

Разработка суточных планов работы на английском и русском языках для увязки текущего суточного графика мероприятий экипажа с планом.

Разработка и установление 6,5 часового рабочего экипажа для выполнения запланированных полетных операций с полетной нагрузкой, исключая требования медицинских операций.

Составление ежедневных отчетов по выполнению исследовательской программы и еженедельных отчетов о состоянии систем Мира.

Разработка плана мероприятий для случаев отклонений от штатного режима работы оборудования полезной нагрузки с учетом имеющихся ограничений по связи с орбитальным КА и различием планов-графиков, а также разницей между временными поясами США и России.

Разработка и внедрение плана использования американских наземных пунктов связи для поддержки орбитальных операций на Мире. Данные пункты использовались для связи по каналу «борт-Земля» и телеметрии.

Использование российских каналов «борт-Земля» и каналов телеметрии для поддержки программы НАСА-Мир, включающей операции медицинского назначения, операции с полезной нагрузкой и операции по связи с общественностью.

5.2.5.4 Совместно накопленный опыт/Применимость для будущих экспедиций

Разработка комплексного скоординированного процесса разработки процедур с учетом требований и планов-графиков по интеграции и подготовке экипажа.

Установление тесного рабочего сотрудничества между операторами полета, находящимися в удаленных центрах стран, имеющих свои особенности.

Установление рабочего процесса рассмотрения и передачи на борт сообщений экипажу из разных центров управления.

Разработка процесса планирования полета, основанного на накопленном опыте при выполнении программы НАСА-Мир, в котором используется предполетное планирование и оперативное (в полете) планирование. Необходимость использования допусков при установке оборудования, требования по деактивации, подготовка к сессиям фото/видеозаписи, отклонения от штатного режима работы оборудования и т. д.

Увеличение возможностей связи по каналам «борт-Земля» для поддержки операций на орбите, включая использование в большей степени спутниковой связи и расширенные информационные сети служб наземного обеспечения.

5.2.6 Комплексная рабочая группа по интеграции

5.2.6.1 Краткая информация

Основной задачей подгруппы интеграции по программе НАСА/Мир было обеспечить качественный процесс руководства по полезной нагрузке (ПН), подготовки и доставки ПН в условиях адаптации к изменяющимся программным и техническим требованиям, и культурным различиям. Подгруппа также разрабатывала сертифицировала и доставляла на ОС Мир оборудование, применяемое во многих экспериментах и предназначенное для многократного использования. Планирование и реализация интеграции ПН по программе НАСА/Мир требовали тщательного анализа технических требований к ПН, руководства процессом приемо-сдаточных испытаний, эффективной координации между поставщиком ПН и руководством по космическим кораблям (КК), а также своевременной доставки и интеграции ПН для погрузки на соответствующие КК.

Успех в деле осуществления задач по интеграции ПН прослеживается на примере рабочих взаимоотношений, сложившихся между группой по интеграции, разработчиками ПН и российскими техническими экспертами. Эти группы специалистов смогли объединить различные философские и исторические подходы к разработке и проведению испытаний оборудования таким образом, что главная цель, запуск и проведение операций с научной ПН, всегда оставалась в центре внимания. По мере реализации программы, созданные для достижения этих целей процессы были испытаны и отлажены, в результате чего был разработан четко определенный набор процессов, который может быть применен в будущих космических программах пилотируемых полетов.

5.2.6.2 Организационная структура и процессы деятельности

Программные и технические требования программы НАСА/Мир были изложены в документе US/R-001 План организационного взаимодействия по осуществлению научной программы НАСА/Мир, а также в документе US/R-002, Общие технические требования к экспериментам и оборудованию. Эти документы содержат описание проводимых процессов, требования к документам и технической конструкции оборудования, используемого на

ОС Мир. Все эти документы были глубоко рассмотрены обеими сторонами, и было достигнуто соглашение по указанным в них требованиям.

Комплексная рабочая группа по интеграции MOIWG несла ответственность за сертификацию ПН к полету на борту американских и/или российских КК, а также за наличие полного комплекта необходимой документации, при этом ставилась задача гарантировать отсутствие возникновения опасных условий для экипажа и станции. Документация по интеграции, подготовленная по программе НАСА/Мир, включала следующие совместно подписанные документы:

100 - Техническое задание на разработку оборудования
101 - Техническое описание оборудования
103 - Программа и методика приемо-сдаточных испытаний
105 - Программа и методика квалификационных испытаний
106 - Отчет по результатам квалификационных испытаний
107 - Отчеты и заключения о соответствии нормам безопасности
109 - Техническое описание оборудования для проведения испытаний

Кроме того, необходимо было также использовать габаритно-установочные чертежи (ГУЧ), схемы электрических соединений, акты и паспорта. Документы корректировались по результатам, полученным при проведении сертификации, а также в ходе проведения ПСИ-1 и ПСИ-2. В сферу ответственности по доставке ПН также входили различные полеты ТКГ Прогресс, начиная с ТКГ Прогресс-224 в августе 1994 года, все полеты Шаттла по программе НАСА/Мир, начиная с STS-71, полеты КК Союз по программе НАСА/Мир и выведение на орбиту двух российских модулей, Спектр и Природа. Эта работа требовала большого напряжения, так как состояла в интеграции требований и процессов со стороны американской и российской космических программ. Каждая сторона использовала похожие структуры, включающие руководителей по интеграции и технических экспертов по каждой ПН, российских кураторов и американских инженеров по ПН.

Допуск оборудования к использованию на борту ОС Мир осуществлялся на приемо-сдаточных испытаниях (ПСИ), в ходе которых проверялось соответствие оборудования техническим требованиям. Процесс проведения ПСИ включал совместное рассмотрение всей технической документации, результатов испытаний и осмотр оборудования, а также документирование результатов в совместно подписанных протоколах. Приемо-сдаточные испытания проводились в КЦД (ПСИ-1), в Москве (ПСИ-2), а также перед запуском в КЦК и на Байконуре (входной контроль) в специально отведенных для этого помещениях. Входной контроль проводился для оборудования, которое модифицировалось после ПСИ, для случаев, когда окончательная обработка оборудования перед полетом могла оказать неблагоприятный эффект на его безопасность или когда происходил отказ оборудования во время ПСИ. При обнаружении неисправностей или дефектов составлялся протокол по анализу дефектов совместно с планом мероприятий, включающим частичное проведение приемо-сдаточных испытаний. ПСИ для КК Прогресс, Союз и Шаттл в основном состояли в проведении совместных испытаний и рассмотрении документации, при этом реальная интеграция с запускаемым КК входила в сферу ответственности страны владельца КК. По мере реализации программы НАСА/Мир

улучшался процесс проведения ПСИ и кульминацией этого процесса явилось соглашение о проведении ПСИ по сопроводительной документации, что разрешает допускать уже летавшее оборудование без совместной инспекции или рассмотрения документации.

Оборудование, ранее находившееся в полете и которое не подвергалось модификации, допускалось к полету на основании документации; американская сторона проводила внутренние приемо-сдаточные испытания в соответствии с требованиями США по гарантии качества, при этом сопроводительная документация направлялась российской стороне для рассмотрения и утверждения.

Процесс подтверждения безопасности использования ПН на борту ОС Мир оказался эволюционным процессом. Российская сторона имела достаточно большой опыт по различным видам опасностей и их воздействиям во время продолжительных полетов, которые должны были быть учтены при разработке американского оборудования, особенно в процессе подбора материалов для изготовления оборудования. Вначале вопросы безопасности решались независимо двумя группами, Совместной группой по обеспечению безопасности полета (РГ-2) на КК, и специалистами по безопасности ПН из РГ-6. Каждая группа использовала различный набор документации. РГ-2 использовала отчеты по анализу безопасности (SAR) и сертификаты по безопасности. РГ-6 использовала 107 документ. Этот подход применялся для первых 5 экспедиций, затем эти два вида документации и процессы были объединены для двух последних экспедиций с целью обеспечения эффективности и последовательности действий по рассмотрению требований по безопасности ПН.

Информация по хранению и заявленному в Манифест запускаемому оборудованию была внесена в документ US/R-004, Конфигурация и состояние американского оборудования на ОС Мир. В этом документе содержится информация о запускаемом и возвращаемом оборудовании для полетов Шаттла, а также информация об оборудовании, находящемся на борту ОС Мир. Этот манифест использовался только для определения списка оборудования, для которого необходимо было провести ПСИ.

5.2.6.3 Совместные достижения

Эволюция процесса сертификации оборудования в части безопасности от независимых документов SAR и документа 107 к одному документу, который рассматривался и утверждался на заседаниях групп РГ-2 и РГ-6, явилась ярким примером совместной работы и кооперации, которую обе стороны продемонстрировали на протяжении всей программы Фазы 1. Данное изменение позволило повысить эффективность процесса анализа безопасности и сократить время, необходимое для утверждения ПН для полета на ОС Мир.

Разработка, доставка и интеграция интерфейсного оборудования, а также интеграция научной ПН на модулях Спектр и Природа явились крупным шагом в реализации программы Фазы 1. Эти модули позволили расширить научную программу и продемонстрировали технические достижения, полученные в ходе выполнения программы. Примерами таких достижений

являются разработка требований к конструкции и циклу изготовления оборудования, а также процессов окончательных испытаний для Фазы 1. Эти достижения стали возможны в результате напряженной работы по выработке соглашений в области технических и программных средств при многостороннем и международном сотрудничестве партнеров, работа которых проходила в условиях жестких сроков, обусловленных планами-графиками разработок и запусков.

Разработка процесса проведения ПСИ по сопроводительной документации является примером взаимоотношений, установленных между российской и американской сторонами. Вначале программы процесс проведения ПСИ был длительным и напряженным, требующим тщательного рассмотрения оборудования и документации. Продуктом постоянного улучшения процесса проведения ПСИ явились ПСИ по сопроводительной документации. Это также привело к экономии материальных средств, так как уменьшилось время проведения ПСИ и количество персонала, необходимого для осуществления поддержки ПСИ.

Разработка процессов транспортировки/материально-технического обеспечения, связанных с доставкой грузов в Россию и из России, потребовала значительного объема работ по координации с российскими специалистами, представителями таможенных служб, транспортным отделом КЦД и официальными представителями Посольства США . Этот процесс также потребовал от персонала, ответственного за транспортировку/материально-технического обеспечение выполнения всех государственных и международных экспортно-импортных правил и соглашений. Успешное выполнение этих процессов позволило своевременно осуществлять поставки летного и тренировочного оборудования для испытания, подготовки и запуска оборудования на борту российских КК.

Открытие представительства НАСА в Москве помогло осуществить непосредственный контакт между российской и американской сторонами, улучшило процесс передачи оборудования и информации. Работа данного представительства была чрезвычайно полезной в деле согласования и утверждения документации, а также в доставке оборудования для запуска на российских КК.

Интеграция модулей Спектр и Природа была полностью обеспечена совместными усилиями обеих сторон в проведении мероприятий по разработке этого процесса и физической интеграции модулей. Для подключения к российским системам были разработаны электрические интерфейсы для запитывания оборудования, а также механические интерфейсы и интерфейсы для телеметрии данных.

5.2.6.4 Совместно накопленный опыт/Применимость для будущих экспедиций

Критически важным фактором является подготовка и поставка документации до доставки летного оборудования для приемо-сдаточных испытаний. Задержка в рассмотрении документации по интеграции приводит к продлению процесса приемо-сдаточных испытании, но ее можно легко избежать строгим соблюдением плана-графика поставок. Это также

относится к соблюдению планов-графиков квалификационных испытаний и подготовки документации.

Необходимо, чтобы специалисты по интеграции и операциям были вовлечены в процесс разработки и верификации оборудования на ранней стадии, чтобы способствовать приемо-сдаточным испытаниям, а также улучшению методики проведения операций с оборудованием и его безопасности.

Использование летных образцов для квалификационных испытаний может привести к возникновению проблем, связанных с надежностью оборудования, и поэтому должно быть сведено к минимуму.

**Космонавт Юрий Гидзенко,
астронавт Кен Камерон, космонавт Сергей Авдеев и астронавт Уильям Макартур во время работы на борту станции Мир (полет STS-74)**

Астронавт НАСА 1 Норм Тагард

Раздел 6 - Обеспечение безопасности

Авторы:

Борис Иванович Сотников, Сопредседатель совместной рабочей группы по обеспечению безопасности
Гэри У. Джонсон, Сопредседатель совместной рабочей группы по обеспечению безопасности

Члены рабочей группы и лица, принимавшие участие в составлении раздела:

Эмануэль Наумович Родман, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Николай Брюханов, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Марина Сычева, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Александр Диденко, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Павел Шашкин, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Валерий Харитонов, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Алексей Монахов, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Нина Ермакова, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности

Нэнси Л. Стейсслингер, Заместитель Сопредседателя совместной рабочей группы по обеспечению безопасности
Дэннис Нутсон, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Марк Тиссен, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Майкл Тэйлор, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Барбара Траст, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Шарм Бэйкер, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Артур М. Витно, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Роберт Л. Пирси, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Джеймс Систром, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Кэми Вонгсоуси, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Рик Хашимото, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Кип Микула, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Полли Стенджер-Нгуен, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Тодд Дженсен, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
Фонг Нгуен, Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности

6.1 Введение

В 1994 году решением руководства НАСА и РКА (РГ-0/НПО Э/НАСА/0001) было принято решение о создании ряда совместных рабочих групп для оперативного решения вопросов по различным основным направлениям работ, в том числе была создана совместная рабочая группа по безопасности, в задачу которой входила оценка требований по безопасности программы "Спейс Шаттл-Мир".

В соответствии с принятыми решениями эта программа являлась комплексной, многоцелевой и предусматривала реализацию трех основных задач:

задача 1 - полеты российских космонавтов на кораблях Шаттл в полетах STS-60 и STS-63. В этих полетах российские космонавты входили в состав экипажа и участвовали в работах, исследованиях и экспериментах, связанных с решением задач автономного полета корабля "Шаттл";

задача 2 - полет американского астронавта на российском корабле "Союз-ТМ", стыковка корабля со станцией "Мир", длительная работа американского астронавта в составе экипажа станции "Мир". В этом полете американский астронавт участвовал в работах, исследованиях и экспериментах, связанных с решением задач полета. Возвращение американского астронавта на Землю должно быть осуществлено в корабле STS-71 после завершения совместного полета по программе "Спейс Шаттл-Мир";

задача 3 - совместный полет космического корабля STS-71 и орбитальной станцией "Мир", в процессе которого корабль стыкуется со станцией, космонавты России и США проводят совместные исследования, эксперименты и различные работы. Каждая из этих задач имела свои особенности обеспечения безопасности.

В процессе реализации этой программы стало ясно, что функции группы по безопасности должны быть расширены. Ей поручается анализ нештатных ситуаций на станции "Мир" и корабле "Шаттл", рассмотрение безопасности грузов, доставляемых на станцию, безопасность функционирования научной аппаратуры, безопасность проведения операций и т.д.

Работа группы по безопасности началась с разработки совместных принципов по обеспечению безопасности, разработки структуры и состава документации по безопасности, определения регламента и статуса группы по безопасности.

6.2 Структура документации

Был разработан совместный основополагающий документ РГ-2/НАСА/РКК-Э/003/2000 "Совместные принципы по обеспечению безопасности, надежности, качества программы "Спейс Шаттл"-"Мир" (документ 3-1 на рис. 6.1).

Этот документ определял:

- общие положения, принимаемые для оценки и подтверждения безопасности при осуществлении программы "Спейс Шаттл-Мир" в целом;
- основные технические требования, которые должны быть выполнены для обеспечения безопасности полета;
- регламент совместной деятельности по организации выпуска и обмена документацией по вопросам безопасности программы.

Структура всей документации по безопасности, которая разрабатывалась группой по безопасности, приведена на рис. 6.1.

Взаимодействие и усилия российской и американской сторон по осуществлению комплексной и эффективной программы обеспечения безопасности реализации полетов кораблей "Шаттл" и станции "Мир" нашли свое отражение в комплекте документов, разработанных группой по безопасности.

6.3 Концепции и основные правила

В основу уверенности решения поставленной задачи с минимальным, приемлемым для двух сторон, риском были приняты во внимание:

- опыт и знания, накопленные Россией и США при исследовании космоса;
- опыт, накопленный Россией при обеспечении безопасности орбитальных станций типа "Салют" и "Мир", кораблей "Союз" и "Прогресс";
- опыт, накопленный США при обеспечении безопасности "Спейс Шаттл", полезных нагрузок и космической станции "Скайлэб";
- методические положения по оценке совместного оборудования, интерфейсов "Спейс Шаттл" и "Мир", анализ штатных и нештатных операций, осуществление мер по безопасности, учитываемых каждой стороной как по отдельности, так и совместно.

При этом, в основу ответственности сторон были приняты следующие принципы:

- при выполнении совместной программы "Спейс Шаттл-Мир" основным правилом является стремление каждой стороны не нанести ущерба экипажу и материальной части своей и другой стороны;
- сторона, устанавливающая аппаратуру в космическом аппарате другой стороны, ответственна за влияние этой аппаратуры на безопасность полета и за выполнение предъявленных требований по безопасности;
- за обеспечение безопасности полета американского астронавта на корабле "Союз-ТМ" и на орбитальной станции "Мир" (включая время длительной экспедиции на борту станции "Мир") ответственна российская сторона. Критерии, процесс и требования, имеющие отношение к длительному пребыванию американского астронавта на борту станции "Мир" описаны в директиве Отдела Программы по Фазе 1 МКС;
- за обеспечение безопасности полета российского космонавта на корабле "Спейс Шаттл" ответственна американская сторона;
- за обеспечение безопасности при взаимодействии "Спейс Шаттл" со станцией "Мир" на участке причаливания и стыковки до возникновения механической связи (сцепки) двух КА ответственна американская сторона. При проведении операций российская сторона должна поддерживать требуемые и согласованные условия для стыковки;
- за обеспечение безопасности совместного полета ответственны обе стороны. Однако за безопасность смешанного экипажа во время его нахождения на станции "Мир" ответственна российская сторона, за безопасность смешанного экипажа во время его нахождения на "Спейс Шаттл" ответственна американская сторона. В случае возникновения нештатных ситуаций американские астронавты возвращаются на "Спейс Шаттл", российские космонавты - на станцию "Мир";
- сторона, посылающая грузы, ответственна за сертификацию безопасности экспериментов, аппаратуры и материально-технического обеспечения, которые должны транспортироваться или находиться в эксплуатации на борту американского или российского корабля. Если эти эксперименты, аппаратура и материально-техническое обеспечение представляют потенциальную опасность, их безопасность должна быть сертифицирована обеими сторонами.

Группой безопасности были разработаны основные положения по методике обеспечения безопасности, которые, в частности, предусматривали:

1. Использование национальных методик обеспечения безопасности, в соответствии с которыми требования по безопасности были разработаны на ранней стадии проектирования обоих КА (кораблей "Спейс Шаттл" и станции "Мир"), были реализованы при разработке материальной части и нашли свое отражение в технологии контроля и испытаний. Эффективность разработанных мероприятий по безопасности подтверждалась длительной эксплуатацией обоих КА.

2. Совместный анализ объединенных полетных операций и возможных нештатных ситуаций, разработку мероприятий по выходу из них или уменьшению степени риска.

3. Разработку каждой стороной нештатных ситуаций и опасных факторов (вредное воздействие на среду обитания, опасные уровни излучения, внешние воздействия космического происхождения и т.п.) для космического аппарата и аппаратуры, размещаемой в космической аппарате другой стороны. Критерием опасности являлось влияние рассматриваемых факторов на безопасность экипажа, на работоспособность космического аппарата и на выполнение основных задач полета.

4. Совместный анализ нештатных ситуаций каждой стороны и разработку совместного документа, содержащего перечень нештатных ситуаций, требующих совместных действий для их парирования.

По мере расширения программы до уровня многократных полетов для каждого совместного полета Шаттла со станцией "Мир" группа безопасности разрабатывала отдельный комплект документов, в которых были освещены указанные выше положения и как заключение - сертификат о готовности к полету.

После решения Руководства о передаче вопросов безопасности грузов, доставляемых на станцию "Мир", и безопасности функционирования научной аппаратуры на станции "Мир" в группу безопасности, были разработаны основные положения по безопасности грузов (включая научную аппаратуру), Соглашение о сертификации по безопасности транспортировки МТО и оборудования в гермоотсеках кораблей к ОС "Мир" и обратно и Соглашение об аттестации экспериментального оборудования на безопасность операций на борту ОС "Мир" и КК "Шаттл". Были также разработаны основные требования к документации по безопасности оборудования (документ РГ-2/РКК Э/НАСА/2100), включая форму сертификатов по безопасности, их содержание, требования к отчетам по опасностям).

На основе этих документов группа безопасности проводила анализ безопасности всех грузов, включая научную аппаратуру, транспортируемых как на российских кораблях, так и на КК "Шаттл", а также проводила анализ безопасности эксплуатации и хранения этих грузов на ОС "Мир". Каждая сторона выпускала сводные документы, содержащие полный перечень сертификатов по безопасности грузов.

По указанию группы "0" рабочая группа по безопасности проводила оценку безопасности проведения длительных экспедиций американских астронавтов на борту станции "Мир" с учетом работ, проводимых на станции.

Все вышесказанное было сформулировано как эффективная интегрированная программа по безопасности Фазы 1. Эта обширная программа обеспечивала безопасность, начиная с первоначальной оценки требований по безопасности до выдачи сертификата полетной готовности по каждому полету.

6.4 Основные совместные достижения в области безопасности

6.4.1 Предисловие

В результате совместной работы российских и американских партнеров в Совместной рабочей группе по обеспечению безопасности (JSAWG) было внесено значительное количество проектно-конструкторских изменений и принят целый ряд модификаций к операциям. Один из выводов из накопленного опыта вызвал к жизни наибольшее количество изменений, а именно: "Когда на орбите одновременно находится несколько космических аппаратов, возникают и требуют оценки новые группы требований, так как с каждым выведенным на орбиту космическим аппаратом увеличивается число дополнительных специальных требований к остальным аппаратам". Для получения более четкой картины полученные результаты объединены в четыре категории: изменения в оборудовании, комплексный анализ, изменения в совместных правилах полетов и совершенствование операций по обеспечению безопасности.

6.4.2 Изменения в оборудовании

В рамках этой категории обобщены риски, выявленные в ходе осуществления совместного процесса обеспечения безопасности, приведшего к последующим модификациям и/или изменениям в летном оборудовании. Большинство изменений было выполнено с американской стороны. Основное внимание концентрировалось не на изменении конструкции существующего оборудования любой из сторон, а на выполнении модификаций, необходимых для повышения безопасности операций Шаттл/Мир.

1. Модификация разъемов стыковочной системы Шаттла (ССШ), имеющих степень критичности 1

Из-за существующей конструкции российских блоков бортовой радиоэлектроники, при которой основные и резервные линии, (т.е. основные шины электропитания, логические шины, и т.д.) проложены через один и тот же разъем российского стыковочного механизма, было нарушено требование Стандарта 20 NSTS 8080-1 "Резервированные электрические цепи". В соответствии с рекомендациями Совместной рабочей группы по безопасности полетов (JSAWG) была реализована схема раздельного подключения основных и резервных линий на стороне американского разъема российско-американских кабельных жгутов. Выполнение этой работы снизило потенциальные возможности отказов отдельных элементов (например, несанкционированное отсоединение критически важных разъемов), способных повлечь за собой риск для экипажа или корабля во время орбитального полета.

2. Люк для обеспечения резервирования при расстыковке, установленный для полетов STS-74, 76, 79, и 81

По результатам анализа опасностей для экспедиции STS-71 было выявлено, что потеря герметичности в переходном отсеке/ССШ может снизить рабочие характеристики бортовой радиоэлектроники, управляющей открытием крюка стыковочной системы, а также повлиять на возможность выполнения операции с 96-ю болтами при нештатной внекорабельной деятельности (ВКД). Группа JSAWG рекомендовала установить дополнительный люк между внутренним шлюзовым отсеком/переходным отсеком и внешним шлюзовым отсеком стыковочной системы Шаттла (ODS) для изоляции двух отсеков и обеспечения дублирования во время расстыковки Шаттл/Мир. Эти изменения были выполнены для полетов с STS-74 по STS-81, устранив тем самым риск одиночных отказов, которые могли бы привести к потере как основных, так и резервных возможностей расстыковки.

3. Инструмент, разработанный для ручного открытия защелок захвата

В ходе оценки безопасности при нештатных операциях на Шаттле/Мире была выявлена новая нештатная ситуация, при которой защелки захвата могут не открыться, и не будет возможности втянуть кольцо. Проведенная в гидролаборатории для отработки операций в условиях невесомости (WETF) оценка ВКД показала, что требуется специальный инструмент для открытия защелок захвата. Инструмент был разработан, и после изготовления находился на борту во время каждой экспедиции.

4. Включение в комплект оборудования ключей для обеспечения демонтажа люков с любой стороны.

Для предотвращения ситуации, при которой люк Мира может не открыться после стыковки, российский ключ для открытия люка был доставлен на борту Шаттла, и экипаж прошел тренировку по открытию люка станции Мир. Принимая во внимание отказ люка во время экспедиции STS-80 и его возможные отрицательные последствия для дооснащения Мира во время полетов Шаттла, а также невозможность выполнить смену астронавтов, была проведена совместная оценка нештатной ситуации (НС). Задачей оценки являлось определение того, имеются ли на Мире необходимые американскому астронавту инструменты и процедуры для открытия люка Шаттла со стороны Мира, если это потребуется. Было подтверждено, что существующий инструмент, который был доставлен на Мир для полезной нагрузки НАСА, мог быть использован для открытия люков Шаттла со стороны Мира. Было подтверждено, что американский астронавт, находящийся на станции Мир, прошел необходимую подготовку по открытию люка в соответствии с существующими процедурами, включенными в контрольный перечень КЦД по ВКД.

5. Устранение отказов нерезервированных узлов полезной нагрузки

Группа по безопасности обнаружила и потребовала устранить возможность отказов в ряде нерезервированных узлов полезной нагрузки, таких, как вентиляторы термоэлектрического холодильника TEHOF, термоэлектрический морозильник TEF и бортовой подогреватель пищи КК Шаттл (SOIFW).

6.4.3 Комплексный анализ

Российские и американские партнеры выполнили анализ безопасности для выявления компонентов риска, связанных с операциями Шаттла/Мира. К моменту завершения Программы было подготовлено 27 отчетов по опасностям для Шаттла, в которых было указано 100 причин опасностей, и 16 отчетов по опасностям для Мира с указанием 57 причин опасностей. Одним из наиболее важных итогов этих расчетов явилось определение составляющих компонентов риска, которые требовали совместного участия российской и американской сторон для решения вопроса.

1. Выявление и решение вопросов, требующих совместного рассмотрения

В процессе выполнения анализа опасностей российскими и американскими специалистами, была разработана методология выявления и решения вопросов безопасности, требующих совместного рассмотрения. В результате затраченных усилий была определена потребность в выполнении дополнительных комплексных исследований, а также требования к процедурам совместных операций и действиям в нештатных ситуациях. Проведенная работа также включала в себя разработку

методологии выполнения совместных проверок безопасности с анализом результатов внедрения каждой из мер предупреждения опасности.

2. Превышение ограничений по нагрузкам для связки Шаттл/Мир

В ходе оценки эксперимента по определению динамических характеристик конструкции ОС Мир (MiSDE) была выявлена проблема, связанная с тем, что в случае отказа основного двигателя малой тяги во включенном состоянии в режиме непрерывного включения ограничения по нагрузкам для Мира будут превышены. Рабочей группой JSAWG была установлена необходимость специального расчета нагрузок от отказавших двигателей основной реактивной системы управления (РСУ). Результаты расчетов указали на потенциальную возможность превышения ограничений интерфейсных нагрузок в течение времени, необходимого для того, чтобы экипаж мог вручную отключить питание отказавшего двигателя. После получения этих результатов было разработано правило полета, устанавливающее приоритетность по управлению ориентацией в связке и требования по отключению питания двигателей и преобразователей команд основной РСУ, когда в питании нет необходимости, а также установлена необходимость обоснования требований по безопасности для выполнения эксперимента MiSDE.

3. Использование водного раствора йода на ОС Мир

При рассмотрении вопросов безопасности программы Шаттл/Мир для экспедиции STS-71 российская сторона выразила озабоченность по поводу смешивания на Мире воды, обработанной йодом, с водой, обработанной серебром. Были разработаны процедуры, при которых передаваемая вода проходила через фильтр удаления йода

4. Проблемы токсичности халона, применяемого для тушения пожара.

При разработке комплексного анализа опасностей для экспедиции STS-71 была выявлена общая опасность, связанная с возможным проникновением халона в состыкованный космический аппарат. Случайный расход и утечка халона контролировалась конструкцией, а также предполетными проверками системы пожаротушения. Для случаев высвобождения халона в обитаемые отсеки было выполнено несколько расчетов, в том числе расчет параметров термического разложения халона 1301, а также расчет воздействия продуктов разложения халона на человеческий организм. Были разработаны совместные правила и процедуры для случаев пожара на борту связки Шаттл/Мир. Было установлено, что в случае пожара люки будут закрыты до начала выполнения процедур пожаротушения.

5. Отскок и другие вопросы, связанные с соударением

Нештатные ситуации, такие как отскок во время стыковки, а также другие вопросы, связанные с соударением, например размер зазора, были отражены документально и включались в комплексный анализ опасностей как нерешенные до тех пор, пока не принимались меры по устранению этих опасностей, или пока эти проблемы не были представлены руководству как проблемы, связанные с риском. Группа JSAWG в тесном контакте со специалистами по динамике отделения компании "Боинг" (Boeing North America) (BNA) и НАСА работала над оценкой нештатных ситуаций и обеспечением эксплуатационных мер предупреждения в целях снижения потенциальной опасности наряду с подготовкой экипажа к указанным нештатным ситуациям. В ситуации, при который не удовлетворялись технические требования Шаттла, руководству направлялся запрос об отмене операции для получения разрешения.

6.4.4 Правила совместного полета

1. Безопасный отстрел оборудования

Анализ опасностей для экспедиции STS-74, связанных со стыковочным модулем, подчеркнул необходимость установления операционных ограничений на отстрел оборудования во время нахождения Шаттла на одной орбите с Миром. По результатам анализа было разработано правило полета NSTS 18308, X20.4.0-8, и хотя это правило было отменено во время уточнения документации по операциям для очередной экспедиции, выполненная группа JSAWG проверка процесса обеспечения безопасности с анализом результатов мер предупреждения опасности вызвала необходимость повторного введения этого правила в качестве меры предупреждения опасности при потенциальном столкновении с оборудованием после отстрела.

2. Ограничения продолжительности визуального наблюдения лазеров

Подготовленный группой JSAWG анализ опасностей, содержащий оценку травм экипажа во время экспедиций по программе Шаттл/Мир, выявил опасности, связанные с возможностью лазерного облучения экипажа. Последующий анализ выявил, что при работе с датчиком контроля траектории (TCS) в импульсном режиме потенциальная опасность травмы глаз отсутствует, поскольку расстояние между блоком TCS и смотровым иллюминатором экипажа Мира отвечает требованиям. Кроме того, был проанализирован характер отказов TCS при работе в непрерывном режиме, в результате чего было принято решение, что подобная опасность предотвращается за счет конструкции оборудования, допускающей возникновение опасности только при трех отказах. Использование ручного лазерного дальномера не представляет опасности для незащищенного глаза. И, наконец, были выявлены операционные ограничения при применении оптического оборудования экипажем Мира во время нахождения Шаттла ближе 10 м от станции. Все эксплуатационные ограничения внесены в док. NSTS 18308 X20.4.2-5.

6.4.5 Результаты операций по обеспечению безопасности

1. Разработка критериев по возврату СО в отсек полезной нагрузки вместо его отстрела в случае необходимости срочного приведения стыковочного отсека в безопасное состояние

Задачей экспедиции STS-74 была доставка и сборка стыковочного отсека (СО) на станцию Мир. Стыковочный отсек был выведен в отсеке полезной нагрузки Шаттла, выгружен с помощью системы дистанционного манипулятора (RMS), установлен на ССШ и, в конечном счете, пристыкован к Миру. Группа JSAWG разработала циклограммы для срочного перехода в безопасное состояние, в которых предписывалось, в какие моменты СО может быть возвращен в отсек полезной нагрузки Шаттла, или стыковочный отсек должен отстреливаться для того, чтобы обеспечить безопасное аварийное возвращение Шаттла. Эти данные были представлены в комиссию по рассмотрению безопасности полезной нагрузки (PSRP), которая согласилась с критериями группы JSAWG "Срочное приведение стыковочного отсека в безопасное состояние" и утвердила их.

2. Оценка риска аварийного покидания корабля членами экипажа, находившимися на орбите продолжительное время

Перед началом экспедиции STS-71 были высказаны два соображения по поводу способности потерявших работоспособность членов экипажа выйти из корабля в ситуации аварийного покидания, и вероятности выполнения аварийного покидания

с потерявшим работоспособность членом экипажа на борту. Был выполнен расчет вероятности для варианта небезопасного приземления Шаттла, при котором Шаттл может быть стабилизирован таким образом, чтобы аварийное покидание было возможным. Исследование показало, что вероятность равна 1/60 000. Подготовка к покиданию кресел для лежачего положения, а также к различным вариантам аварийного покидания была сочтена необходимой, поскольку существовала отдаленная вероятность необходимости выполнения этих действий.

3. Определение Шаттла как критического компонента системы дооснащения Мира

Основные положения программы Мир/НАСА включают в себя полеты космонавтов на Шаттле; стыковку Шаттла с Миром для смены астронавтов НАСА, выполняющих длительные научные исследования и эксперименты на борту Мира; разработку согласованных операций российских и американских систем управления во время совместных полетов. В этой связи Шаттл первоначально не являлся неотъемлемой частью программы дооснащения Мира. Однако в процессе осуществления программы НАСА/Мир и чередования полетов Шаттла с экспедициями дооснащения на кораблях Союз и Прогресс, готовность Шаттла к полетам и успех экспедиции стали критическим элементом безопасности экипажа и станции.

4. Разработка требований к ВКД для операции с 96 болтами для нештатного разделения

На начальном этапе программы Мир/Шаттл и до первого полета со стыковкой с Миром, был выполнен анализ опасностей стыковочной системы, итоги которого показали, что функция расстыковки для связки кораблей была устойчива только к одному отказу, и эта устойчивость обеспечивалась за счет основных электромеханических и резервных пиротехнических механизмов. Группа JSAWG изучила предложенные варианты и проявила важную инициативу по разработке третьего средства расстыковки, а именно операций по отвинчиванию 96 болтов на стыке стыковочного механизма и его основания. В результате была разработана система, устойчивая к двум отказам, отвечающая требованиям программы и снижающая риск невозможности расстыковки.

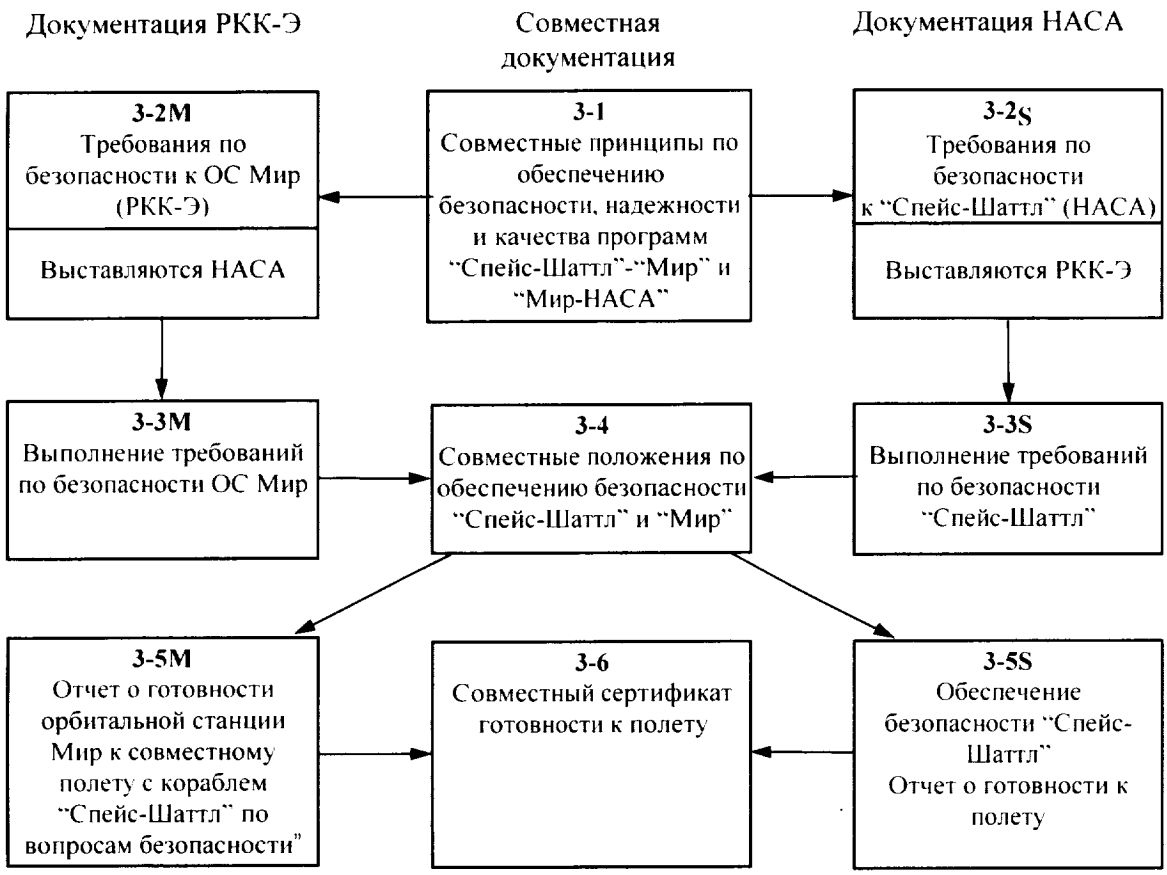


Рис. 6.1. Структура документации совместной рабочей группы по безопасности

6.5 Важнейшие выводы из накопленного опыта

Успех Программы безопасности при интеграции Шаттл/Мир был достигнут благодаря совместной работе специалистов Мира и Шаттла с первых шагов осуществления программы и до ее полного завершения. Благодаря этим усилиям были определены нормы безопасности и требования по каждой Программе с последующим обменом новыми данными, в результате чего могут быть совместно выработаны единые правила безопасной эксплуатации станции, полностью учитывающие потребности и опасения обеих сторон. В правилах определены порядок и структура (см. Рис. 6.1), в рамках которых специалисты по космическим кораблям выполняли независимые расчеты для выявления опасных условий и необходимых мер их предупреждения. За расчетами последовали совместные обзоры и оценки мер по предупреждению опасностей для определения областей совместных действий. Сюда вошли совместные проверочные расчеты и, в частности, расчеты и определение совместных мер, необходимых в полете при нештатных ситуациях в реальном времени. На основе итогов проделанной работы были выработаны односторонние и совместные заключения для обеспечения совместной сертификации готовности к полетам.

Программа безопасности Шаттл/Мир доказала, что привлечение специалистов по безопасности на ранних этапах каждого элемента Программы наряду с активным обменом информацией между всеми заинтересованными сторонами в течение всего срока реализации Программы принципиально важно для выявления и решения проблем взаимосвязанных опасностей как Программ в целом, так и их отдельных элементов.

1. Комплексный анализ безопасности Станции и Шаттла, совместно выполненный Сторонами

Одним из важных результатов исследований, применимых к МКС, стала разработка и внедрение уникального процесса комплексного анализа опасностей. Основным выводом, полученным из опыта Фазы 1 стало понимание того, что одна сторона не в состоянии определить, охарактеризовать и устранить риски, связанные с несколькими программами. Идеей процесса предусматривается участие специалистов Шаттла и ОС в выявлении и устранении рисков, присущих совместным операциям на орбите. Выполнение подобных анализов началось в ходе осуществления отдельных программ, когда каждая из сторон занималась определением проблем, влияющих на области ответственности каждой, а также вопросов, требующих совместного разрешения. Затем группа совместно работала над определением оптимального решения (решений) для всей программы в целом.

2. Анализ безопасности транспортировки и операций с полезными нагрузками

Был разработан упрощенный процесс сертификации научного оборудования и оборудования материально-технического обеспечения для эксплуатации и транспортировки. Были созданы и утверждены сертификаты по безопасности, которые подписывались разработчиком, сопредседателями Совместной рабочей группы по обеспечению безопасности и директорами Фазы 1 Программы. Этот процесс сертификации безопасности применялся пользователем и отправляющей стороной для безопасного выведения и доставки ПН. За счет применения данного процесса обеспечивается гибкость в использовании транспортных кораблей любой страны для доставки на станцию оборудования и материалов научно-технических экспериментов и т.д. Была разработана унифицированная база данных по сертификатам для сертификации повторно выводимых грузов.

3. Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности

План организационного взаимодействия (WG-0/NPO E/ NASA/0001), подписанный директорами программ НАСА и РКК-Э, был разработан в самом начале совместных операций по программе Шаттл/Мир. В названном документе официально определены совместные рабочие группы, их задачи и круг ответственности, а также назначены председатели групп. Таким образом, совместная рабочая группа по обеспечению безопасности (JSAWG) была сформирована в качестве постоянно действующего рабочего органа, задачей которого является оценка и устранение взаимосвязанных рисков двух программ. Официальные (4-5 раз в год) личные встречи и еженедельные телеконференции гарантируют максимальное участие в работе обеих сторон. Международные партнеры сотрудничали с большим успехом, невзирая на различия культур и технических подходов. Частью совместных усилий стали постоянные совместные рассмотрения и оценки каждого шага процесса интеграции, от выработки общих правил до определения требований и анализа каждого аспекта совместной экспедиции. Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности добилась возможности выявления и устранения рисков в обстановке гласности и сотрудничества, тем самым создав все необходимые предпосылки для совместной работы, результатом которой стала выработка единого процесса управления рисками.

4. Интегрированная структура документации по безопасности полетов

Программа по безопасности Фазы 1 выстраивалась на основании требований, изложенных в документации по 6 (шести) основным разделам работ (см. Рис. 6.1): нормы и правила по безопасности, требования по безопасности, анализ безопасности, оценки безопасности оборудования и сертификат о готовности к полету, который должны подписывать все участвующие стороны. Совместная рабочая группа руководства Фазы 1 утверждала условия, содержащиеся в документации по каждому из шести разделов, отдельно для каждого полета. Основным вкладом в разработку структуры документации, важным для всех участников программы, стали простота выполнения и наглядность результатов проверок выполнения требований.

Совместные усилия обоих партнеров создали для специалистов по безопасности обстановку подлинного сотрудничества взамен столь характерной позиции самозащиты, нередко занимаемой сторонами на заседаниях комитетов и комиссий по рассмотрению вопросов безопасности.

5. Заранее запланированные нештатные ситуации, разработанные сторонами совместно для каждой экспедиции

Опасности и их причины, изучение которых потребовало от американской и российской сторон совместных усилий по решению проблем снижения и устранения риска, были признаны вопросами, требующими совместного разрешения. Эти вопросы были рассмотрены на совместном заседании, после чего обоими подразделениями, отвечающими за безопасность, были определены и согласованы конкретные действия в реальном времени. Далее последовала разработка совместных процедур для нештатных ситуаций, а также требований к правилам полета и совместным операциям экипажа. Результаты проделанной работы послужили мощным толчком к принятию практических мер по устранению или снижению риска возникновения нештатных ситуаций.

6. Разработка согласованного набора критериев жизнеобеспечения

Группа JSAWG определила требования к системам жизнеобеспечения для длительного пребывания американского астронавта на борту станции Мир, в том числе к поддержанию атмосферного давления и состава воздуха, теплового режима, запасов пищи и воды, возможности выработки кислорода и качеству/работоспособности

огнетушителей, противогазов и пр. В результате специалисты получили совокупность критериев для метода оценки безопасности станции для дальнейших операций.

7. Совместные положения для деятельности вне задач Программы

По мере реализации Программы Шаттл/Мир все яснее просматривалась необходимость определения минимальных параметров безопасности для ряда операций, в том числе ВКД, испытаний нового оборудования, такого как Инспектор, а также других типов "специальных" испытаний. В целях обеспечения преемственности положений и основных направлений обеспечения безопасности, JSAWG выработала Директиву Совместной рабочей группы руководства Фазы 1 (Группы "0") по безопасности. Это позволило рабочей группе JSAWG своевременно реагировать на новые проблемы и выполнять оценки безопасности изменений в соответствии с мероприятиями по программе.

8. Действия в полете в реальном времени при отклонениях от штатной работы, затрагивающих вопросы безопасности

При выполнении анализа опасностей рабочая группа JSAWG учла опыт отказов, угрожающих безопасности и имевших место во время экспедиций как на Шаттле, так и на Мире. В течение Фазы 1 совместные усилия обеих сторон по устранению нештатных ситуаций пожара, отказов компьютеров, утечки химических веществ, разгерметизации, потери питания и т.д. послужили основой для разработки вариантов действий в аварийных ситуациях на МКС. Нештатные причаливания и совместные процедуры, разработанные для Фазы 1 Программы МКС, могут быть применены для установления порядка действий в конкретных нештатных ситуациях для всей станции на период Фаз 2 и 3 Программы МКС.

9. Разработка требований по готовности к выполнению ВКД на станции Мир

Результаты подготовки американских астронавтов и российских космонавтов к работе в российском скафандре Орлан привели к разработке специалистами НАСА методологии определения рисков, присущих исключительно станции, а также сертификации готовности к совместным экспедициям в части работы с оборудованием по совместной программе. Процесс, разработанный для ВКД Фазы 1, облегчает переход к выполнению аналогичных операций на МКС.

10. У кораблей на орбите возникают конкретные дополнительные требования друг к другу

Концепция интеграции системы, заключающаяся в предварительном определении требований, связанных с оценкой только интерфейсов, была признана полностью несоответствующей задачам операций на орбите. Ценность этого опыта обусловлена тем, что требования к МКС по трем основным аспектам конфигурации (взаимодействию систем), интерфейсам и протоколам операций будут меняться от экспедиции к экспедиции. Каждая из этих областей динамична и изменяется от экспедиции к экспедиции, и одновременно изменяется последовательность операций во время каждой конкретной экспедиции. Результаты, полученные благодаря совместному определению и решению вопросов безопасности, позволили специалистам извлечь максимальную пользу из опыта Фазы 1 Программы обеспечения безопасности на Шаттле/Мире.

11. Обеспечение безопасности астронавтов США во время проведения ВКД

В НАСА довольно рано поняли, что в состав Совместной группы по обеспечению безопасности (JSAWG) с российской стороны не вошли специалисты по ВКД. При рассмотрении вопросов безопасности российские специалисты по безопасности не могли детально проанализировать вопросы ВКД. С другой стороны, российские специалисты по ВКД не являются инженерами по безопасности, и, концентрируясь на рассмотрении

проблем ВКД, российские специалисты по ВКД не были в состоянии мобилизовать ресурсы, запрашиваемые американской стороной для проведения детального анализа безопасности ВКД. Полученный опыт передан на рассмотрение новой совместной рабочей группе по МКС.

Во время Фазы 1 Программы американская группа по обеспечению безопасности ВКД получила опыт работы с российским оборудованием для ВКД, научилась работать с ограниченными техническими данными, работать с другими специалистами по ВКД для разрешения проблем. (Совместная рабочая группа по ВКД являлась чрезвычайно полезным и эффективным органом, каковым и остается для решения вопросов МКС). До начала Фазы 1 Программы опыт работы американской группы по обеспечению безопасности ВКД касался непродолжительных ВКД, проводимых на базе КК Шаттл. Работая с ОС Мир, группа ВКД получила опыт решения проблем, связанных с работой длительно эксплуатируемой космической станции и работы со стареющим оборудованием, а также научилась "ориентироваться" по ситуации для решения непредусмотренных проблем. Кроме того, российские и американские специалисты по ВКД, которые принимали участие в Программе Фазы 1, продолжают работать для МКС, таким образом знания и связи, приобретенные ранее, на Фазе 1, уже используются.

12. Совместный анализ безопасности для экспедиции STS-74 по сборке стыковочного отсека (СО)

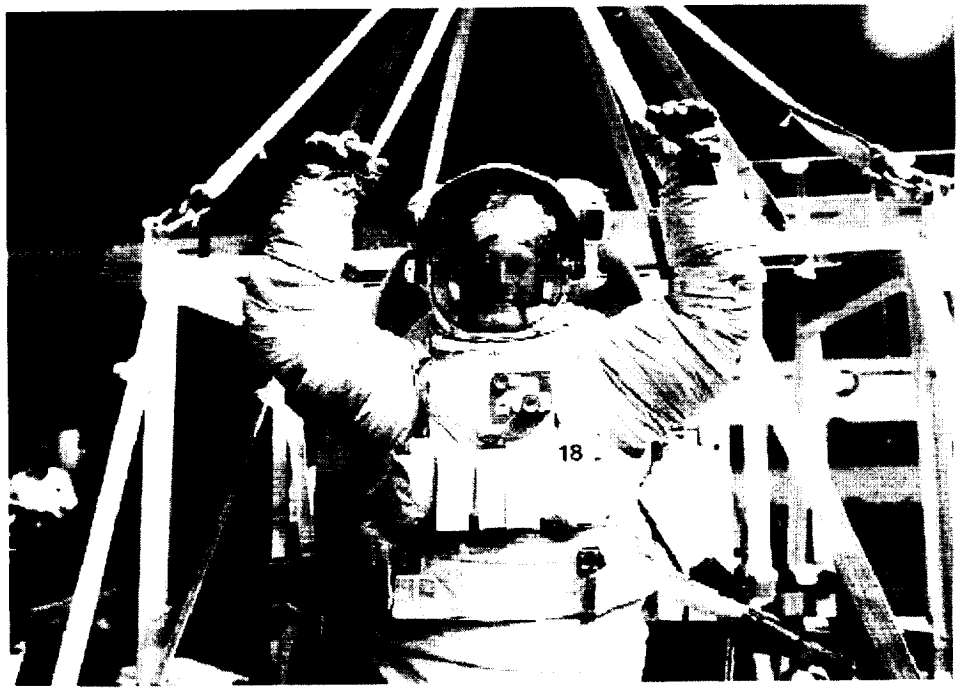
Задачей экспедиции STS-74 была транспортировка СО на станцию Мир на Шаттле. Оценка комплексных опасностей для Шаттла и Мира выполнялась в процессе превращения СО из полезной нагрузки Шаттла в элемент конструкции ODS. Позднее, в процессе сборки, СО стал постоянной составной частью станции Мир. Возникла необходимость в комплексной оценке последующих совместных операций, связанных со СО как для Программы Шаттл, так и для Программы Мир. Поскольку операции, выполняемые одним космическим кораблем, могут оказать отрицательное воздействие на рабочие характеристики другого, специалисты обеих программ решили проанализировать станцию и СО как единое целое, рассматривая взаимодействия и эксплуатацию систем и уникальные проблемы связки с точки зрения безопасности космических кораблей каждой стороны. И экспедиция, и сопутствующий анализ не имели себе подобных, так как именно во время этой экспедиции выполнялись первые операции по сборке. Выявление конкретных опасностей и разработка порядка выполнения совместных операций позволили специалистам получить опыт, который непосредственно применим к экспедициям по сборке станции, запланированным на период Фазы 2 и Программы МКС.

6.6 Заключение

Беспримерный опыт успешной реализации программы Шаттл/Мир (МКС, Фаза I) научил нас обеспечивать безопасность сложнейших операций в космической пространстве, невзирая на межгосударственные границы. Эти операции включали в себя доставку и возвращение астронавтов и научного оборудования на орбиту и с орбиты, выполнение сближения, стыковки, технического обслуживания и ремонта на орбите, совместные выходы в открытый космос, доставку с земли расходуемых материалов и научного оборудования, а также другие подготовительные шаги, необходимые для будущей сборки и эксплуатации Международной космической станции. Первостепенной задачей Фазы I Программы МКС была безопасность и благополучие астронавтов и космонавтов во время успешного проведения партнерами совместных американо-российских экспериментов и интеграции лабораторного и жилого модулей с космической станцией Мир.

Совместно разработанные программы обеспечения безопасности позволили эффективно выявлять и контролировать риски, что предоставит ценный опыт для осуществления программ по Фазе 2 для МКС. Этот опыт охватывает совместную подготовку к комплексному анализу безопасности станции и Шаттла обеими сторонами, анализ безопасности эксплуатации и транспортировки полезных нагрузок и деятельность постоянной Совместной группы по обеспечению безопасности с ее уникальной интегрированной структурой документации по безопасности.

Несмотря на то, что не только совместная, но и независимая работа российских и американских руководителей, ответственных за безопасность, и их рабочих групп позволила эффективно выявлять и контролировать риски, считаем, что наиболее ценный опыт на Фазе I Программы был получен в результате совместных усилий по обеспечению безопасности в ходе осуществления этих двух программ пилотируемых космических полетов. Этот опыт охватывает эксплуатацию станции совместным американо-российским экипажем с учетом выработанных группой безопасности рекомендаций, проведение комплексных совместных анализов безопасности, анализ безопасности эксплуатации и транспортировки полезных нагрузок, деятельность постоянной совместной группы по комплексному обеспечению безопасности с ее уникальной интегрированной структурой документации, среди прочего предусматривающей заранее запланированные действия в нештатных ситуациях, совместно разработанные сторонами для каждой экспедиции.



Астронавт НАСА 6 Дэвид Вулф во время проведения тренировочной сессии по ВКД

Раздел 7 - Подготовка экипажа

Авторы:

Александр Павлович Александров, Сопредседатель рабочей группы по обмену и подготовке экипажей
Юрий Петрович Каргаполов, Сопредседатель рабочей группы по обмену и подготовке экипажей

Уильям Ч. Браун, Сопредседатель рабочей группы по обмену и подготовке экипажей
Томми Кэпс, Рабочая группа по обмену и подготовке экипажей

Члены рабочей группы и лица, принимавшие участие в составлении раздела:

Юрий Николаевич Глазков, Заместитель начальника ЦПКГ
Ричард Фуллертон, Сопредседатель рабочей группы по внекорабельной деятельности (ВКД)
Шэннон Люсид, представитель отдела астронавтов в рабочей группе по обмену и подготовке экипажей
Джеффри Карденас, Сопредседатель рабочей группы по операциям и интеграции на ОС Мир (MOIWG)

7.1 Общие данные о подготовке экипажей

Рабочая группа №5 - по обмену и тренировкам экипажей - была небольшой рабочей группой в состав которой входили по два человека: с российской стороны - А. Александров и Ю. Каргаполов, с американской стороны - Д. Падди до середины 1995 г., Ч. Браун - с середины 1995 г. и Т. Кэпс.

Задачей группы являлось определение функций и обязанностей космонавтов и астронавтов при выполнении полетов на кораблях "Шаттл", "Союз" и станции "Мир", содержания подготовки экипажей в России и США, разработка план-графиков и программ подготовки.

Группа придерживалась достаточно стандартного процесса работы. Обычно попеременно в России и США проводились периодические встречи. Между совещаниями контакт поддерживался при помощи организации телеконов и факсимильных сообщений.

Для расширения оперативного взаимодействия по вопросам подготовки к совместным полетам в Центре подготовки космонавтов им. Гагарина был создан офис космического Центра Джонсона (НАСА), где постоянно работал американский представитель.

Эту должность, которую назвали "Директор по операциям в России" (DOR) занимал представитель отдела астронавтов. Он принимал ежедневное участие в решении вопросов, касающихся подготовки космонавтов и астронавтов к совместным полетам и реализации соглашений и решений рабочей группы №5.

Группа по обмену и тренировкам экипажей определяла также соглашения по размещению нашивок на летной одежде экипажа, количеству и типу личных вещей, разрешенных для членов экипажа при полете на различных кораблях, содержание и графики разборов полетов, а также любые другие вопросы по обмену экипажами и подготовке или вопросы касающиеся экипажа, не входящие в сферу обязанностей других рабочих групп. В период своей работы группа разработала и руководствовалась следующими документами:

Документация рабочей группы по обмену и подготовке экипажей

Таблица 7.1

5000	Функции и обязанности астронавта экипажа Мир 18.
5001	Функции и обязанности космонавтов на Шаттле во время полета STS-71.
5002	Функции и обязанности астронавтов STS-71 на Мире.
5003	Мир 18/Шаттл Наука.
5004	План подготовки астронавта члена экипажа Мир 18.
5005	План подготовки космонавта члена экипажа STS-71 по системам Шаттла.
5006	План подготовки астронавтов STS-71 на Мире.
5007	Критическая терминология Шаттла.
5008	Критическая терминология Мира.
5010	План научной подготовки космонавта по программе полета STS-71.
5011	Предметы символической деятельности и личные предметы экипажа во время полета STS-71.
5012	Личные и служебные сувениры членов экипажа на Фазе 1 совместной космической программы.

Таблица 7.1 (продолж.)

5013	Предметы психологической поддержки экипажей Мир/НАСА орбитального комплекса "Мир". Посылки и личные вещи.
5025	Словарь (англо-русский) космических программ США/Россия.
5026	Словарь (русско-английский) космических программ США/Россия.
5030	Система аварийного покидания экипажем.
5031	Оборудование обитаемых отсеков.
5032	Системы ВКД Шаттла.
5034	Система ВКД Мира.
5035	Конструкция и системы ОС Мир для членов экипажей Шаттла.
5101	Функции и ответственность членов экипажей станции Мир на Шаттле.
5102	Функции и ответственность астронавтов Шаттла на станции Мир.
5105	План подготовки члена экипажа станции Мир по системам Шаттла. (состык. фаза).
5106	План подготовки члена экипажа Шаттла по станции Мир. (состык. фаза).
5200	Функции и ответственность астронавтов, членов экипажей длительных экспедиций Мира.
5201	Программа подготовки астронавтов для длительных полетов на Мире.
5203	Функции и обязанности космонавта КК Шаттл STS-84 (декабрь 1996г.).
5204	План подготовки космонавта, выполняющего полет на Шаттле STS-84 (декабрь 1996 г.).
5205	Функции и обязанности космонавта КК Шаттл STS-86 (май 1997 г.).
5206	План подготовки космонавта, выполняющего полет на Шаттле STS-86 (май 1997 г.).
5207	Функции и обязанности космонавта КК Шаттл STS-89 (сентябрь 1997 г.).
5208	План подготовки космонавта, выполняющего полет на КК Шаттл STS-89 (сентябрь 1997 г.).
5209	Функции и обязанности космонавта КК Шаттл STS-91 (январь 1998 г.).
5210	План подготовки космонавта к полету КК Шаттл STS-91 (январь 1998 г.).

По мере необходимости рабочая группа вносила в них соответствующие изменения и добавления. Рабочая группа №6 отвечала за содержание подготовки американской научной программы.

Работа российско-американских экипажей на борту ОК "Мир" началась с 18-й основной экспедиции, в составе которой находился космонавт-исследователь Норман Тагард, первый астронавт НАСА, выполнивший длительный полет по программе "Мир-Шаттл". Норман Тагард стартовал на транспортном корабле "Союз ТМ" 14 марта 1995 года и проработал на комплексе в качестве космонавта-исследователя 115 суток. Экипаж "Мир-18" возвратился на Землю на МТКК "Шаттл" СТС-71 в июле 1995 года, доставив на станцию экипаж "Мир-19".

Стыковкой корабля "Шаттл" СТС-76 24 марта 1996 года началась серия непрерывного пребывания и работы астронавтов НАСА на ОК "Мир" по программе "Мир-НАСА".

Астронавт НАСА Ш. Люсид, работающая по программе "Мир-НАСА-2", была доставлена на ОК "Мир" приблизительно через месяц после начала работы на нем российского экипажа ЭО-21. В дальнейшем было проведено еще пять миссий (Мир/НАСА-3, НАСА-4, НАСА-5, НАСА-6, НАСА-7). Для осуществления американо-российских транспортных операций в течение этого времени было проведено семь стыковок Шаттлов к ОК "Мир". Программа пребывания астронавтов НАСА на ОК "Мир" завершилась 8 июня 1998 года после расстыковки ОК "Мир" и Шаттла СТС-91.

Особенность подготовки астронавтов по программе "Мир-НАСА" состояла в том, что смена астронавтов на борту ОК "Мир" осуществлялась с помощью кораблей "Шаттл" во время работы на нем экипажей основных экспедиций, график ротации которых отличался от графика ротации астронавтов. Таким образом, каждый астронавт НАСА должен был работать в составе нескольких основных экспедиций. При такой схеме ротации не всегда представлялось возможным обеспечить подготовку астронавтов в составе всех экипажей, с которыми им предстояло работать на борту ОК "Мир". Схема ротации астронавтов на ОК "Мир" представлена в таблице 7.2.

Всего за период работы по программам "Мир-Шаттл", "Мир-НАСА" в Центре подготовки космонавтов им. Ю.А.Гагарина было подготовлено 9 астронавтов НАСА к осуществлению длительного космического полета на ОК "Мир" (7 из них выполнили космические полеты), из них 4 астронавта прошли подготовку к внекорабельной деятельности (3 из них выполнили выход в открытый космос).

Для выполнения совместной российско-американской научной программы с основными и дублирующими экипажами ЭО-18, ЭО-21, ЭО-22, ЭО-23, ЭО-24 и ЭО-25 были проведены по две тренировочные сессии в КЦ им. Л.Джонсона и в ЦПК им. Ю.А.Гагарина,.

В рамках программы "МИР-НАСА" пятеро российских космонавтов (Крикалев, Титов, Кондакова, Шарипов и Рюмин) прошли подготовку в КЦ им. Джонсона к полетам на МТКК "Шаттл" в составе американских экипажей и выполнили космические полеты (Титов дважды). Полеты: STS-60, -63, -84, -86, -89, -91.

Девять экипажей МТКК "Шаттл" (STS-71, -74, -76, -79, -81, -84, -86, -89, -91) проходили в России недельную подготовку по ОК "Мир" для совместной деятельности с российскими экипажами:. Российские основные и дублирующие экипажи ОК "Мир" ЭО-20-25 проходили подготовку в КЦ им. Джонсона в течение недели по ОК "Шаттл" и совместной деятельности с экипажами STS (всего 6 раз).

Подготовка российско-американских экипажей ОК "Мир" и экипажей ОК "Шаттл" по системам ОК "Мир" и российских космонавтов по системам МТКК "Шаттл" проводилась в соответствии с согласованными программами подготовки и на основе опыта подготовки к совместным полетам по программе "Мир-Шаттл". Общая длительность подготовки каждого из астронавтов должна была составлять 14 месяцев, однако из-за изменений в программе и задержек в назначении астронавтов, это условие не было выполнено для некоторых американских астронавтов.

7.2 Подготовка астронавтов в России.

Подготовка астронавтов НАСА к выполнению космического полета на орбитальном научно - исследовательском комплексе "Мир " в качестве бортинженеров-2 осуществлялась ЦПК им. Ю.А.Гагарина в течение двух этапов:

- в составе группы астронавтов,
- в составе экипажа.

В таблице 7.3 представлены обобщенные данные по объемам и срокам подготовки астронавтов НАСА с учетом дублирования.

7.2.1 Подготовка в составе группы.

Подготовка в составе группы включала в себя:

- техническую подготовку по транспортному кораблю "Союз ТМ",
- практические занятия и тренировки на тренажерах и стендах транспортного корабля "Союз ТМ",
- техническую подготовку по орбитальному комплексу "Мир" ,
- практические занятия и тренировки на тренажерах станции и модулей,
- медико-биологическую подготовку / включая полеты на "невесомость", медицинский контроль и физическую подготовку/,
- подготовку по "выживанию" в экстремальных условиях,
- самостоятельную подготовку ,
- изучение русского языка.

Организация, объем и содержание подготовки, ее техническое и методическое обеспечение позволили успешно решить следующие задачи:

- получение первоначальных знаний о принципах конструирования, устройстве и функционировании бортовых систем космических объектов, входящих в состав орбитального комплекса "Мир",
- формирование первоначальных навыков выполнения типовых операций по управлению и техническому обслуживанию бортовых систем,
- изучение понятий, терминов и аббревиатур, используемых в российской космической технике (в том числе в бортовой документации комплекса "Мир"),
- изучение русского языка.

Данные по объемам подготовки астронавтов в составе группы приведены в таблице 7.4.

В результате успешного решения этих задач была достигнута главная цель - обеспечен требуемый уровень профессиональной подготовки астронавтов, необходимый для продолжения подготовки в составе экипажа.

В послеполетных отчетах первых астронавтов, выполнивших космический полет по программе "Мир-НАСА", отмечено, что в процессе дальнейшей реализации международного сотрудничества России и США в области пилотируемой космонавтики по программе "Мир-НАСА" эффективность подготовки американских астронавтов и ее результаты могут быть значительно повышены при выполнении следующих мероприятий:

- целесообразно осуществить корректировку российской программы теоретической подготовки (в первую очередь в области фундаментальных

знаний) с учетом уровня профессиональной подготовки астронавтов НАСА и опыта выполнения ими космических полетов;

- техническую подготовку необходимо начинать при достижении астронавтами НАСА достаточного уровня изучения русского языка, особенно для его повседневного использования. Углубленное изучение русского языка и его технических приложений следует продолжать в процессе всей технической подготовки;
- следует обеспечить оптимальное сочетание теоретических занятий и самостоятельной работы астронавтов НАСА на начальном этапе подготовки - когда уровень изучения русского языка недостаточно высок, продолжительность теоретических занятий не должна превышать четырех часов (остальное время рабочего дня целесообразно планировать для самостоятельной работы астронавтов, консультаций и физкультуры). На этом этапе особенно важно иметь все методические материалы на двух языках: русском и английском.

7.2.2 Подготовка в составе экипажа.

Подготовка в составе экипажа включала:

- техническую подготовку по транспортному кораблю "Союз ТМ",
- практические занятия и тренировки на тренажерах и стендах транспортного корабля "Союз ТМ",
- техническую подготовку по орбитальному комплексу "Мир",- практические занятия и тренировки на тренажерах станции и модулей,
- медико - биологическую подготовку,
- подготовку по научно - исследовательской программе МИР- НАСА,
- подготовку по программе ВКД,
- предстартовую подготовку в составе экипажа,
- самостоятельную подготовку,
- изучение русского языка.

Данные по объемам подготовки астронавтов в составе экипажа приведены в таблице 7.5.

Совместная подготовка с членами экипажа позволила астронавтам успешно решить задачи программы подготовки в составе экипажа - сформировать на требуемом уровне навыки выполнения следующих видов деятельности в объеме функций, возлагаемых на бортинженера-2:

- обеспечение безопасности экипажа, включая выполнение операций по "срочному спуску" на ТК "Союз ТМ",
- обеспечение надежной эксплуатации бортовых систем и оборудования комплекса,
- организация рабочего места,
- осуществление обмена информацией с консультативной группой НАСА, находящейся в ЦУП-М,
- выполнение исследований и экспериментов,
- выполнение бытовых процедур и физических упражнений с использованием бортовых средств.

По мнению российских членов экипажей и американских астронавтов, работавших по программе МИР-НАСА, на этапе подготовки в составе российско-американских экипажей необходимо было больше внимания уделить вопросам психологической совместимости членов экипажа. Для этого должна проводиться более длительная подготовка в составе каждого экипажа, с которым предстояло работать на борту ОК "Мир". Этому также способствовало бы проведение совместных тренировок по выживанию в экстремальных условиях.

Первоначально разработанная и согласованная сторонами схема дублирования предусматривала выполнение космического полета астронавтом преимущественно в составе экипажа, в котором он проходил дублирование, что обеспечивало более длительную совместную подготовку космонавтов и астронавтов. Прекращение подготовки С.Паразински и дальнейшее изменение состава астронавтов и сроки их прибытия в ЦПК не позволило выполнить данную схему.

Результаты экзаменационной комплексной тренировки определили, что была достигнута главная цель - уровень профессиональной подготовки экипажа оказался достаточным для его допуска к космическому полету и выполнению научной программы на борту ОК "Мир".

Смена астронавтов на ОС Мир

Табл. 7.2

Миссия. Астронавт	Даты начала работы на ОК "Мир"	Дата завершения работы на ОК "Мир"	Период работы в составе российско-американского экипажа	Общая продолжительность работы на ОК "Мир"	Общая продолжительность ВКД
НАСА-1 Норман Тагард	⇑ Союз ТМ-20 16.3.95 г.	⇓ STS-71 7.7.95 г.	14.3.95 - 7.7.95 "Мир-18" (Дежуров, Стрекалов)	115 суток	нет
НАСА-2 Шэннон Люсид	⇑ STS-76 24.3.96 г.	⇓ STS-79 26.9.96 г.	24.3.96 – 02.9.96 "Мир-21" (Онуфриенко, Усачев) 02.9.96 - 26.9.96 "Мир-22" (Корзун, Калери)	188 суток	нет
НАСА-3 Джон Блаха	⇑ STS-79 19.9.96 г.	⇓ STS-81 20.1.97 г.	19.9.96 – 20.1.97 "Мир-22" (Корзун, Калери)	122 суток	нет
НАСА-4 Джерри Линенджер	⇑ STS-81 15.1.97 г.	⇓ STS-84 21.5.97 г.	15.1.97 – 2.3.97 "Мир-22" (Корзун, Калери) 2.3.97 – 21.5.97 "Мир-23" (Циблиев, Лазуткин)	126 суток	4 часа 58 минут
НАСА-5 Майкл Фоэл	⇑ STS-84 17.5.97 г.	⇓ STS-86 3.10.97 г.	17.5.97 – 14.8.97 "Мир-23" (Циблиев, Лазуткин) 14.8.97 – 3.10.97 "Мир-24" (Соловьев, Виноградов)	139 суток	6 часов
НАСА-6 Дэвид Вулф	⇑ STS-86 30.9.97 г.	⇓ STS-89 29.1.98 г.	30.9.97 – 29.1.98 "Мир-24" (Соловьев, Виноградов)	122 суток	6 часов 47 минут
НАСА-7 Эндрю Томас	⇑ STS-89 24.1.98 г.	⇓ STS-91 08.6.98 г.	24.1.98 – 19.2.98 "Мир-24" (Соловьев, Виноградов) 19.2.98 – 8.6.98 "Мир-25" (Мусабаев, Бударин)	135 суток	нет

Объем и сроки подготовки

Табл.7.3

Миссия. Астронавт (дублер)	Даты начала/ окончания работы на ОК "Мир"	Подготовка с российским экипажем (дублеры)	Сроки подготовки астронавтов (в группе\ в экипаже)	Всего часов подготовки в группе, экипаже (в качестве основн.\дубл.)	Всего часов подготовки астронавтов
НАСА-1 Норман Тагард (Бонни Данбар)	⇑ Союз 20 16.3.95 г. ⇓ STS-71 7.7.95 г. (115 сут.)	"Мир-18" Дежуров, Стрекалов	1.03.94 - 7.10.94\ 10.10.94-21.02.95 (7/5 месяцев)	883,845	1728
НАСА-2 Шэннон Люсид (Джон Блаха)	⇑ STS-76 24.3.96 г. ⇓ STS-79 26.9.96 г. (188 сут.)	"Мир-21" Онуфриенко, Усачев (Циблиев, Лазуткин)	3.01.95 - 24.06.95\ 26.06.95-26.02.96 (6/7 месяцев)	795,1127	1922
НАСА-3 Джон Блаха (Джерри Линенджер)	⇑ STS-79 19.9.96 г. ⇓ STS-81 20.1.97 г. (122 сут.)	"Мир-22" Корзун, Калери (Манаков, Виноградов)	23.2.96-1.7.96 \ 29.5.95-19.7.96 (4\14 месяцев)	795, 503 \ 959	2257
НАСА-4 Джерри Линенджер (Майкл Фоэл)	⇑ STS-81 15.1.97 г. ⇓ STS-84 21.5.97 г. (126 сут.)	"Мир-23" Циблиев, Лазуткин (Мусабаев, Бударин)	23.9.96-6.12.96 \ 29.11.95-20.12.96 (2.5\13 месяцев)	765, 605 \ 1054	2424
НАСА-5 Майкл Фоэл (Джеймс Восс)	⇑ STS-84 17.5.97 г. ⇓ STS-86 3.10.97 г. (139 сут.)	"Мир-24" Соловьев, Виноградов (Падалка, Авдеев)	13.1.97-9.4.97 \ 4.3.96-30.4.97 (3\14 месяцев)	899, 408 \ 840	2147
НАСА-6 Дэвид Вулф (Венди Лоренс)	⇑ STS-86 30.9.97 г. ⇓ STS-89 29.1.98 г. (122 сут.)		2.9.96-27.8.97 \ 2.9.96-12.8.97 (12\11.5 месяцев)	1081, 614	1695
НАСА-7 Эндрю Томас (Джеймс Восс)	⇑ STS-89 21.1.98 г. ⇓ STS-91 8.6.98 г. (135 сут.)	"Мир-25" Мусабаев, Бударин (Афанасьев, Трещев)	16.1.97-5.12.97 \ 8.9.97-5.12.97 (10.5\3 месяца)	982, 553	1535

Объем подготовки в группе для американских астронавтов

Табл.7.4

Миссия. Астронавт (дублер)	Подготовка по ТК "Союз ТМ"		Подготовка по ОК "Мир"		Медико-биологич. Подготовка (часы)	Подготовка к ВКД (часы)	Само-подготовка (часы)	Русский язык (часы)	Итого (часы)
	Техническая подготовка (часы)	Тренировки на тренажерах (часы)	Техническая подготовка (часы)	Тренировки на тренажерах (часы)					
НАСА-1 Норман Тагард (Бонни Данбар)	134	173	120	50	170	--	86	150	883
НАСА-2 Шэннон Люсид (Джон Блаха)	20	50	114	60	122	_	161	268	795
НАСА-3 Джон Блаха (Джерри Линенджер)	20	50	114	60	122	_	161	268	795
НАСА-4 Джерри Линенджер (Майкл Фоэл)	26	21	114	34	132	_	152	286	765
НАСА-5 Майкл Фоэл (Джеймс Восс)	50	23	108	40	156	93	154	275	899
НАСА-6 Дэвид Вулф (Венди Лоренс)	77	91	54	22	153	_	172	349	918
НАСА-7 Эндрю Томас (Джеймс Восс)	49	165	60	13	180	32	147	336	982

Объем подготовки в составе экипажа для американских астронавтов

Табл.7.5

Миссия. Астронавт (дублер)	Подготовка по ТК "Союз ТМ"		Подготовка по ОК "Мир"		Медико-биологич. подготовка (осн/дубл.)	Подгот. к ВКД (осн/дубл.)	Подгот. по научной программе (осн/дубл.)	Пред-стартовая подгот. (осн/дубл.)	Самост Под-Готовка (осн/дубл.)	Русский язык (осн/дубл.)	Итого (осн/ дубл.)
	Техническая подготовка (осн/ дубл.),(часы)	Тренировки на тренажерах (осн/ дубл.),(часы)	Техническая подготовка (осн/ дубл.),(часы)	Тренировки на тренажерах (осн/ дубл.),(часы)	(часы)	(часы)	(часы)	(часы)	(часы)	(часы)	(часы)
НАСА-1 Норман Тагард (Бонни Данбар)	35	90	128	68	94	4	311	80	11	24	845
НАСА-2 Шэннон Люсид (Джон Блаха)	80/ -	130/ -	141/ -	142/ -	180/ -	_	266/ -	24/ -	76/ -	88/ -	1127/-
НАСА-3 Джон Блаха (Джерри Линенджер)	6/79	29/172	16/139	81/141	100/147	_	239/209	_	_	32/72	503/ 959
НАСА-4 Джерри Линенджер (Майкл Фоэл)	13/49	20/206	26/84	81/97	60/153	46/75	303/230	_	_	56/ 160	605/ 1054
НАСА-5 Майкл Фоэл (Джеймс Восс)	14/18	22/50	22/102	46/78	62/110	4/57	142/339	_	41/48	55/38	408/ 840

Объем подготовки в составе экипажа

Табл.7.5 (Продолжение)

Миссия. Астронавт (дублер)	Подготовка по ТК "Союз ТМ"		Подготовка по ОК "Мир"		Медико-биологич. подготовка (осн/дубл.)	Подгот. к ВКД (осн/дубл.)	Подгот. по научной программе (осн/дубл.)	Предстартовая подгот. (осн/дубл.)	Самост Под-Готовка (осн/дубл.)	Русский язык (осн/дубл.)	Итого (осн/дубл.)
НАСА-6 Дэвид Вулф (Венди Лоренс)	10/ -	82/ -	126/ -	100/ -	71/ -	96/ -	121/ -	_	_	8/ -	614/-
НАСА-7 Эндрю Томас (Джеймс Восс)	18	58	78	77	144	64	104	_	6	4	553

Примечание: с Майклом Фоэлом в группе дополнительно проведена подготовка по научно-исследовательской программе объемом 137 часов, с Эндрю Томасом в группе дополнительно проведена подготовка по научно-исследовательской программе объемом 93 часа.

7.3 Техническая подготовка астронавтов по ТК "Союз ТМ" и ОК "Мир"

Целью технической подготовки астронавтов являлось обеспечение уровня знаний и первичных навыков эксплуатации бортовых систем ТК "Союз ТМ" и ОК "Мир", необходимого для проведения тренировок на тренажерах в пределах их функциональных обязанностей.

При проведении технической подготовки астронавтов по программе "Мир-НАСА" особое внимание уделялась бортовым системам, оказывающим существенное влияние на безопасность экипажа. К числу таких систем относятся комплекс средств обеспечения жизнедеятельности (КСОЖ), система обеспечения теплового режима (СОТР), система управления движением (СУД). По этим, а также другим бортовым системам, с астронавтами были проведены теоретические и практические занятия.

Особенности подготовки по КСОЖ

Проведены теоретические и практические занятия по управлению и техническому обслуживанию КСОЖ ОК "Мир" в полном объеме функций БИ-2.

Особенности подготовки по СОТР

Проведены практические занятий по формированию у космонавтов навыков выполнения ответственных операций:

- дозаправки контуров СОТР газом и теплоносителем;
- замены теплоносителя контуров СОТР;
- сепарирование внутренних контуров СОТР;
- поиск и устранение негерметичности трубопроводов и др.;
- формирование навыков предотвращения выпадения конденсата и его сбор;
- формирование навыков организации вентиляции комплекса и отдельных модулей в зависимости от реальных температурно-влажностных условий;
- формирование навыков эксплуатации и технического обслуживания магистрали откачки конденсата: работа с БКВ-3;
- работа с ХСА БО ТК;
- работа с БОВа;
- формирование навыков контроля и управления СОТР с учетом ее реального состояния.

Особенности подготовки по СУД

- проведение теоретических и практических занятий по изучению прогнозируемых нештатных ситуаций в связи с большой наработкой отдельных блоков СУД;
- проведение практических занятий в КИС РКК "Энергия" по техническому обслуживанию и ремонту СУД в части отработки навыков замены блоков и элементов, коммутации электрических кабелей;

Особенности технической подготовки по ТК "Союз ТМ"

Техническая подготовка астронавтов по транспортному кораблю проводилась с учетом их функции космонавта-исследователя при выполнении операций досрочного или срочного спуска с орбиты. Астронавты получили общее представление о бортовых системах ТК, схеме выполнения спуска с орбиты, а также практические навыки самообслуживания с использованием КСОЖ, ведения радиосвязи с ЦУПом, покидания корабля после приземления (приводнения) и выживания.

7.4 Практические занятия и тренировки на комплексном тренажере ТК "Союз ТМ"

Астронавт Норман Тагард выполнял выведение на ТК "Союз ТМ", поэтому с ним проводилась практические занятия и тренировки в составе экипажа ЭО-18 по выполнению всех этапов программы полета в объеме функциональных обязанностей космонавта-исследователя.

В последующем астронавты НАСА в процессе выполнения космической программы "Мир - НАСА" доставлялись и возвращались на Землю на МТКК "Шаттл", поэтому астронавты НАСА проходили подготовку по программе полета транспортного корабля только по выполнению спуска с орбиты (в том числе и срочного) в случае срочного покидания ОК и располагались в кресле космонавта - исследователя.

На основании этих исходных данных была разработана типовая программа подготовки астронавтов НАСА в составе экипажа на комплексном тренажере транспортного корабля и к действиям в нештатных и аварийных ситуациях с целью выполнения поставленных задач и обеспечения безопасности полета.

Типовая программа обеспечивала выполнение следующих требований к подготовке астронавтов НАСА по транспортному кораблю "Союз ТМ":

- астронавт должен быть ознакомлен с конструкцией и компоновкой и бортовыми системами ТК;
- астронавт должен уметь выполнять срочное покидание ОК "Мир" в составе экипажа, действия по подготовке к срочному спуску при пожаре, разгерметизации, определенные бортовой документацией, и иметь практические навыки:
    - открытия/закрытия люка СА-БО, проверки его герметичности;
    - работы с индивидуальными средствами защиты (скафандр "Сокол" и др.);
    - работы с клапанами ЭПК-РД, ЭПК-ПСА, РПВ-2, кран 3В (конденсат СА - конденсат БО);
    - выдачи команд с правого КСП;
- астронавт должен уметь пользоваться системой телефонной связи (для ведения радиосвязи), системой водообеспечения, ассенизационно-санитарным устройством.

Типовая программа подготовки включала в себя:

1. Программу проведения практических занятий с астронавтами НАСА на комплексном тренажере ТДК-7СТ(2).
2. Программу подготовки на тренажере астронавтов НАСА в составе экипажа по комплексному управлению ТК на этапе спуска с орбиты, действиям в НШС и обеспечению безопасности полета ТДК-7СТ(2).
3. Программу изучения разделов бортовой документации, программы полета и баллистики ТК.

Суммарное количество часов по типовой программе подготовки

Таблица 7.6

Наименование занятий	Кол-во занятий./ Кол-во часов
Подготовка к практическим занятиям с астронавтами НАСА.	3/6
Практические занятия с астронавтами НАСА на комплексном тренажере	3/12
Подготовка к тренировкам в составе экипажа по комплексному управлению ТК на этапе спуска с орбиты	5/10
Тренировки в составе экипажа по комплексному управлению ТК на этапе спуска с орбиты	5/20
Изучение бортовой документации, программы полета и баллистики ТК (в классе)	10/20
ИТОГО:	68 часов

Проверка готовности астронавтов НАСА осуществлялась комиссией при проведении зачетной тренировки на комплексном тренажере транспортного корабля по выполнению спуска в составе экипажа и проведении зачета по программе полета и баллистике ТК в рамках типовой программы подготовки.

По завершении программы подготовки астронавтов НАСА по транспортному кораблю "Союз ТМ" по программе МИР-НАСА на основании ее анализа можно сделать следующие выводы:

- В целом объемы и содержание занятий позволяют подготовить астронавта НАСА к выполнению, в случае необходимости, спуска с орбиты в составе экипажа на транспортном корабле "Союз ТМ" в кресле космонавта - исследователя.
- Замена российских космонавтов на "ОК Мир" не совпадала по времени с заменой астронавтов НАСА, поэтому американский астронавт мог летать сначала совместно с одним российским экипажем, затем после его замены с другим. Но при подготовке не всегда удавалось провести тренировки по спуску и с одним экипажем и с другим из-за несовпадения времени подготовки.
- Эффективной и качественной подготовке на начальном этапе астронавтов НАСА мешало недостаточное знание некоторыми из них русского языка.

Данный опыт подготовки астронавтов НАСА по программе МИР-НАСА необходимо учитывать при проведении дальнейшей подготовки по МКС:

1. Возможно ориентироваться на разработанную типовую программу подготовки по объемам и содержанию занятий при подготовке "пассажиров" из астронавтов НАСА в кресле космонавта - исследователя.

2. Проведение тренировок астронавта НАСА по спуску с орбиты на ТК "Союз ТМ" желательно осуществлять со всеми экипажами, с которыми существует возможность спускаться.

3. До начала подготовки по ТК астронавт НАСА должен владеть русским языком.

7.5 Подготовка астронавтов НАСА на тренажерах и стендах орбитального комплекса "Мир"

Подготовка российско-американских экипажей на тренажерах и стендах ОК "Мир" проводилась с использованием форм и методов подготовки предыдущих экипажей ОК "Мир". Главной особенностью подготовки экипажей по программе "Мир-НАСА" являлась подготовка третьего члена экипажа – астронавта США, в качестве бортинженера- 2.

Необходимость подготовки астронавта в объеме обязанностей бортинженера-2 возникла в результате анализа участия в эксплуатации бортовых систем и работы по выполнению научной программы на борту ОК "Мир" Н. Тагарда, выполнившего длительный полет в составе ЭО-18 по программе "Мир-Шаттл".

Подготовка астронавтов НАСА на тренажерах и стендах ОК "Мир" проводилась на основании "Типовой программы подготовки астронавта НАСА" № Э/5201, "Функции и ответственность астронавтов и членов экипажа "Мир" длительных экспедиций" № РГ-5/НАСА/ЦПК/РКК Э/5200, научной программы IPRD.

Программой подготовки астронавта НАСА предусматривалось проведение индивидуальных (без участия всего экипажа) практических занятий с астронавтами на тренажерах ОК "Мир" по отработке навыков эксплуатации основных бортовых систем в пределах функциональных обязанностей бортинженера-2. Целью этих занятий было обеспечение уровня подготовленности астронавтов, достаточного для тренировок в составе экипажа.

Целью подготовки астронавта НАСА в составе экипажа являлось обеспечение готовности экипажа ОК "Мир" к выполнению своей программы полета на борту станции и действиям в аварийных и нештатных ситуациях. На этом этапе в соответствии с разработанным инструктором сценарием экипаж, как единая команда, отрабатывал основные элементы программы полета, включающие эксплуатацию одновременно нескольких бортовых систем и научной аппаратуры, проведение фото-, видеосъемок внутри тренажера ОК, ведение радио- и телевизионной связи с имитируемым ЦУПом.

Задачами тренировок по комплексному управлению бортовых систем и НА ОК "Мир" являлось обучение экипажа организации работ на борту ОК, которая в ряде случаев ставит проблемные ситуации, связанные с перепланированием работ, восстановлением (приобретением) необходимых знаний и навыков по бортовым системам и научной аппаратуре, и при выполнении комплексных режимов (перестыковка, подготовка и проведение выходов в открытый космос, телеоператорный режим управления ТКГ и т.п.).

В процессе подготовки экипажей на тренажерах ОК "Мир" вырабатывался требуемый стиль работы, т.е. совокупность знаний и навыков, необходимых для работы операторов при выполнении задач программы полета, а также умение находить оптимальные пути решения при планировании и организации работ на борту комплекса.

Также при подготовке экипажей ОК "Мир" большое внимание уделялось вопросам обеспечения безопасности и, в частности, срочному покиданию комплекса в случае возникновения аварийных ситуаций, связанных с разгерметизацией и пожаром.

Типовая программа подготовки астронавтов НАСА на тренажерах ОК "Мир" представлена ниже. Кроме практических занятий и тренировок на тренажерах она включает в себя классные занятия по изучению бортовой документации (проигрыш по БД

различных полетных ситуаций), занятия по ознакомлению с изменениями технического состояния ОК, изучению функционирования ЦУПа, занятия по программе полета.

Практические занятия и занятия по изучению бортовой документации, техническому состоянию ОК, структуре и функционированию групп ГОГУ, программе полета.

Таблица 7.7

№ п/п	Шифр	Тема занятий	Кол-во часов	Место проведения	Примечания
1	ПЗ-1	Отработка практических навыков эксплуатации пультов СУБК, УИВК	2	"Дон-17КС"	Проводится в составе экипажа
2	ПЗ-2	Отработка практических навыков эксплуатации б/с СУД, ОДУ	2	"Дон-17КС"	Проводится в составе экипажа
3	ПП-1	Техническое состояние б/с и НА ОК "Мир"	2	класс, ЦУП	
4	ПП-2	Бортовая документация	2	класс	Проводится в составе экипажа при подготовке к тренировке
5	ПП-3	Анализ хода полета на ОК "Мир"	2	класс, ЦПК	
6	ПП-4	Совместные процедуры "Мир"-"Шаттл"	2	класс, ЦПК	Проводится совместно с экипажем STS
7	ПП-5	Консультация по программе полета	2	ЦУП	
		ИТОГО по плану:	14		

Комплексные тренировки

Таблица 7.8

№ п/п	Шифр	Тема занятий	Кол-во часов	Место проведения	Отметка о выполнении
1	Тр-1	Эксплуатация ПДС, эксперименты	6 (2+4)	"Дон-17КС"	только эксплуатация ПДС
2	ТР-2	Эксплуатация ПДС, эксперименты	6 (2+4)	"Дон-17КС"	только эксплуатация ПДС
3	Тр-3	Эксплуатация ПДС, эксперименты	6 (2+4)	"Дон-17КС"	
4	Тр-4	Эксплуатация ПДС, эксперименты, пожар	6 (2+4)	"Дон-17КС"+ "ТДК-7СГ"	в составе экипажа ЭО-№
5	Тр-5	Разгерметизация СП-ЭО	6 (2+4)	"Дон-17КС"	
6	Тр-6	Разгерметизация СП-ЭО	2	"ЭУ-734"	в составе экипажа ЭО-№
7	ТПС	Типовые полетные сутки	10 (2+8)	"Дон-17КС"	в составе экипажа ЭО-№
8	ЭКТ	Типовые полетные сутки ***(экзамен)***	10 (2+8)	"Дон-17КС"	в составе экипажа ЭО-№
		ИТОГО по плану:	52		

Проверка готовности астронавтов НАСА осуществлялась комиссией при проведении экзаменационной тренировки на комплексном тренажере ОК "Мир" ("Дон-17КС") по выполнению программы типовых полетных суток в составе экипажа и проведении зачета по программе полета.

7.6 Выводы и предложения по программе подготовки астронавтов в целом

1. В целом объемы и содержание занятий позволяют подготовить астронавта НАСА в качестве бортинженера-2 в составе экипажа "ОК Мир" в рамках функций, определяемых документом № 5200.

2. В связи с тем, что замена российских космонавтов на "ОК Мир" не совпадала по времени с заменой астронавтов НАСА, при подготовке не всегда удавалось провести совместные тренировки американского астронавта со всеми экипажами, с которыми ему предстояло выполнять космический полет. Это приводило к тому, что в отдельных полетах командир экипажа, не зная фактического уровня подготовленности астронавта, не всегда доверял выполнять отдельные операции БИ-2, хотя тот был достаточно подготовлен к их выполнению.

3. При подготовке экипажей МКС по возможности чаще проводить совместную подготовку всех членов конкретного экипажа МКС, особенно на этапе подготовки в составе экипажа. Это будет способствовать повышению эффективности работы на борту комплекса и позволит решить проблему языковой подготовки при общении членов экипажа между собой и с наземным персоналом управления, при этом постепенно уменьшая использование переводчиков в процессе занятий.

4. При проведении подготовки экипажей МКС необходимо максимально использовать уже отработанные формы и методы подготовки по ОК "Мир".

5. В целях совершенствования подготовки экипажей МКС и повышения результативности их деятельности на борту станции целесообразно проводить работы по анализу действий экипажей МКС в ходе космических полетов и использовать результаты анализа при подготовке.

7.7 Подготовка космонавтов в США

Подготовка космонавтов проводилась на нескольких уровнях в соответствии с их уровнем ответственности (специалист по полету; пассажир; посещающий Шаттл во время состыкованной фазы полета). Обязанности специалиста по полету варьировались, но включали использование систем жизнеобеспечения Шаттла и систем связи в штатных и выборочных нештатных ситуациях, работы с полезными грузами, наблюдения Земли и фотографирование. Для одной из экспедиций в обязанности космонавтов входит использование одного из дистанционных манипуляторов Шаттла (RMS), а во время другой экспедиции космонавт выполнял ВКД. Также была проведена подготовка, связанная с выходом и аварийным покиданием, с тем чтобы обеспечить безопасность космонавтов во всех условиях.

Подготовка космонавтов, доставляемых на ОС Мир, была сокращена и в сущности сводилась к обеспечению их безопасности. Подготовка также включала в себя общее ознакомление с жизнью на Шаттле и с системами поддержки экипажа. В таблице 7.9 приводятся данные по часам подготовки для специалистов по полету и по безопасности.

Для экипажей ОС Мир, которые посещали Шаттл только во время его стыковки со станцией, подготовка сводилась к общему ознакомлению с жизнью на Шаттле и с системами поддержки экипажа, а также с операциями по переносу грузов между Шаттлом и станцией Мир. В большинстве случаев эта подготовка занимала в среднем около 36 часов.

Часть подготовки по полезным грузам для космонавтов также проводилась в США во время сессий, согласно совместному графику.

ПОДГОТОВКА КОСМОНАВТОВ ПО ШАТТЛУ*

Таблица 7.9

	Выв. на орб. -введение	Спуск - введение	На орбите - введение	На орбите	Выв. на орб. / спуск	Системы	Системы экипажа	ВКД	Манипулятор PDRS	ШГ	Сближение Опер. вблизи	СПЕЙСЛЭБ	СПЕЙСХЭБ	ПОВТОРЕНИЕ	НОВЫЙ АСТРО		ИТОГО
Крикалев (Титов)	1	15	75	53	63	9	70	24	151	70	70	0	16	128	80		**825**
Титов**	17	30	162	117	178	10	103	137	75	28	34	0	46	74	11		**1022**
Кондакова	1	7	50	60	21	8	70	13	0	6	22	0	27	21	57		**363**
Шарипов	1	7	50	0	4	0	50	0	0	2	0	0	3	16	7		**140**
Рюмин	0	7	40	36	8	8	74	0	0	0	15	0	12	23	43		**266**
Дежуров	0	0	7	0	4	8	12	0	0	0	0	1	0	26	11		**69**
Стрекалов	0	0	7	0	4	0	12	0	0	0	0	2	0	25	13		**63**
Онуфриенко	0	0	7	9	4	0	50	0	0	2	0	2	0	29	19		**122**
Усачев	0	0	0	9	0	0	30	0	0	2	0	2	0	0	5		**48**
Бударин	0	0	7	9	8	0	61	0	0	2	0	2	0	25	15		**129**
Соловьев	0	0	12	9	4	0	49	0	0	2	0	2	0	3	17		**98**

*В таблице учитывается только официальная подготовка. Количество часов может меняться в зависимости от разных уровней предварительной подготовки (при помощи учебных пособий), проделанной во время пребывания в России.

**2 полета (STS 63, 86)

7.8 Подготовка экипажей к выполнению научной программы

7.8.1 Подготовка экипажей к выполнению программы научных исследований и экспериментов

Важнейшей составляющей успешно выполненной программы научных исследований и экспериментов (НИиЭ) явилась подготовка экипажей, принимавших участие в международной программе "Мир-НАСА". Качество подготовки экипажей ПКА, как показывает опыт космических полетов, в значительной степени зависит от организации подготовки, уровня оснащения тренажными образцами научной аппаратуры, своевременности разработки бортовой документации и учебно-методических средств, а также уровня подготовки инструкторско-преподавательского состава.

Порядок, объем и содержание подготовки российских космонавтов и американских астронавтов по научной программе определялся в соответствии с согласованным Планом организационного взаимодействия сторон по осуществлению научной программы "Мир-НАСА" (US/R-001), Требованиями по интеграции полезной нагрузки (IPRD) и с учетом предложений обеих Сторон для каждой конкретной экспедиции.

Порядок работ по организации обучения экипажей для проведения американских экспериментов на ОК "Мир" предусматривал подготовку американской стороной предварительного плана обучения, основанного на информации о планируемых экспериментах, с разработкой российскими специалистами окончательного плана работ по обеспечению выполнения требований американской стороны. На основе опыта совместной работы по научной программе "Мир-Шаттл" был разработан следующий порядок организации подготовки: подготовка по совместной научной программе экспедиции начиналась с 3-х недельной сессии, проводимой в КЦиД инструкторами КЦиД, включавшей в себя базовую подготовку по экспериментам и ознакомление с научной аппаратурой, далее подготовка проводилась в ЦПК инструкторами ЦПК при участии представителей всех заинтересованных организаций. За 6 месяцев до старта проходила вторая 3-х недельная сессия в КЦиД, включавшая, в основном, практическую подготовку и встречи с постановщиками экспериментов. Заключительный этап подготовки по научной программе проводился в ЦПК с использованием согласованного комплекта бортовой документации.

Порядок работ предусматривал также, что вся документация по методике проведения экспериментов с аппаратурой, используемой при подготовке экипажей в рамках совместной научной программы, поставляется американской стороной в РКК "Энергия" и ЦПК. При обучении экипажа инструкторы ЦПК руководствовались габаритно-установочными чертежами, электрическими схемами, ТЗ и ТО на создание аппаратуры (документами 100, 101), а также имеющейся бортовой и учебно-методической документацией.

Опыт осуществления продолжительных пилотируемых полетов свидетельствует о том, что эффективное выполнение научной программы возможно только в том случае, когда члены экипажа являются активными участниками научных исследований и экспериментов. В свою очередь, это достигается в том случае, когда в процессе подготовки космонавты не ограничиваются формированием

навыков выполнения алгоритма эксперимента, но приобретают в необходимом объеме сведения из области фундаментальных знаний об исследуемом явлении, знакомятся с принципами построения научной аппаратуры, ее устройством и функционированием.

В этой связи, исходя из содержания научной программы "Мир-НАСА", при планировании обучения были определены следующие возлагаемые на экипаж задачи и функции:

- участие в подготовительных операциях (сборка схемы и др.) и выполнении экспериментов и исследований в соответствии с бортовыми инструкциями и методиками;
- регистрация результатов эксперимента (в том числе и с использованием бортовых средств регистрации и оборудования);
- эксплуатация, техническое обслуживание и ремонтно-восстановительные работы с НА;
- обеспечение хранения и доставки на Землю материалов с результатами выполнения научных экспериментов и исследований.

Специалисты ЦПК принимали участие в согласовании научной программы, в отработке методик проведения экспериментов, в коррекции бортовой документации (по результатам использования БД при подготовке экипажа).

В процессе теоретической и практической подготовки экипажей в ЦПК использовались имеющиеся комплексные тренажеры ОК "Мир" и его модулей, специализированные стенды научной аппаратуры (рабочие места операторов), тренажные образцы научной аппаратуры.

В проведении тренировок участвовали члены экипажей и инструкторы с обеих сторон. На первоначальном этапе проведения тренировок дополнительно привлекались постановщики экспериментов, кураторы аппаратуры и бортдокументалисты от обеих сторон. Готовность экипажей к выполнению программы НИиЭ определялась по результатам зачетной тренировки.

В целях повышения качества подготовки американских астронавтов и российских космонавтов к выполнению экспериментов по совместной программе "Мир-НАСА" в ЦПК им. Ю.А.Гагарина была передана следующая тренажная аппаратура:

1. MIM – виброизолирующая платформа
2. TEM – технологическая оценка MIM
3. QUELD II – электропечь
4. PUP-A и PUP-B – пульты распределения питания
5. BTS – биотехнологическая система
6. CHAPAT – активный телескоп
7. MGBX – перчаточный бокс
8. CFM (MGBx) – пламя свечи в условиях микрогравитации
9. FFFT (MGBx) – распространение пламени в потоке газа
10. ICE (MGBx) – исследование поверхности раздела
11. Сосуд Дьюара – кристаллизация белков
12. EDLS – усовершенствованные датчики нагрузки
13. Видеокамера Canon A1 с дополнительными приспособлениями
14. Фотоаппарат Hasselblad

15. TEPC – тканеэквивалентный пропорциональный счетчик
16. SAMS– измерение микроускорений в космосе.
17. SPSR – переносной спектрорефлектометр для условий космоса
18. DCAM – диффузионно-контролируемая кристаллизация белка
19. BCAT – исследование бинарных коллоидных смесей

Специалисты ЦПК принимали участие в приемо-сдаточных испытаниях (ПСИ) тренажеров научной аппаратуры с целью изучения представляемой аппаратуры, проверки соответствия летных и тренажных образцов и отработки методики проведения экспериментов.

В ходе подготовки специалистами ЦПК и других организаций были разработаны и использованы имитационные модели выполнения научных экспериментов, тренажеры автоматизированных рабочих мест экипажей, специализированные базы данных, внедрены ряд современных технологий.

Кроме того, в ЦПК был проведен комплекс работ по совершенствованию учебно-лабораторной базы по всем научным дисциплинам программы. В этих целях:

1. Создана лаборатория подготовки к выполнению технологических экспериментов (к.106-3 и к.107-3). Лаборатория включает:

- действующий технологический образец ТХ-установки "Оптизон-1" (установка используется при проведении американского эксперимента по жидкофазному спеканию LPS);
- обслуживающие системы;
- видеоконтрольный комплекс.

2. Создана лаборатория подготовки космонавтов к выполнению биотехнологических и биологических экспериментов (к.313-КМУ). Лаборатория включает:

- тренажный комплекс научной аппаратуры "Инкубатор";
- тренажный комплекс научной аппаратуры "Оранжерея-Свет", который установлен и подключен для проведения тренировок на тренажере модуля "Кристалл";
- комплекс аппаратуры для обеспечения проведения подготовки космонавтов.

3. Проведены установка, подключение и хранение американской аппаратуры в к.313-КМУ, к.225-2 (лаборатория подготовки космонавтов к выполнению астрофизических и технических экспериментов) и к.208-2 (лаборатория подготовки космонавтов к выполнению геофизических экспериментов).

4. Выполнено подключение пульта распределения питания PUP-B к системе электропитания 27 В в к.225-2.

5. Отработаны методики проведения экспериментов.

6. Отработаны бортовые инструкции по экспериментам.

7. Выполнены ремонт и тестовые проверки технологического образца ТХ-установки "Оптизон-1" и ее системы управления "Оникс" (выход из строя произошел во время совместной с американскими специалистами отработки методики проведения эксперимента по жидкофазному спеканию LPS).

Для изучения методик и отработки практических навыков в специализированных лабораториях созданы следующие рабочие места:

1. Для проведения эксперимента BTS. Изучение возможности и эффективности выращивания различных биообъектов в условиях микрогравитации.

Аппаратура:

BTS – биотехнологическая система;
PUP-A и PUP-B – пульты распределения питания;
MIPS-2 – компьютер "Лэптоп" и контроллер.

2. Для проведения эксперимента с аппаратурой сосуд Дьюара. Рост монокристаллов белка.

Аппаратура:

сосуд Дьюара;
видеокамера Canon A1 с дополнительными приспособлениями.

3. Для проведения эксперимента с комплексом аппаратуры "Инкубатор". Изучение влияния космического полета на развитие эмбрионов у японских перепелов.

Аппаратура:

комплекс аппаратуры "Инкубатор";
блок питания.

4. На тренажере модуля "Кристалл" для проведения эксперимента с комплексом аппаратуры "Оранжерея-Свет". Изучение роста растений в условиях микрогравитации и определение воздействия космических полетов на жизненные циклы растений.

Аппаратура:

комплекс аппаратуры "Оранжерея-Свет";
фотоаппарат;
MIPS-2 - компьютер "Лэптоп" и контроллер.

5. Для проведения эксперимента MIM. Обеспечение изоляции от вибраций в условиях микрогравитации и создание принудительной вибрации.

Аппаратура:

аппаратура MIM;
MIPS-2 – компьютер "Лэптоп" и контроллер;
PUP-A и PUP-B – пульты распределения питания;
двойной контейнер.

6. Для проведения эксперимента TEM. Изучение характеристик аппаратуры MIM в части ее способности обеспечить изоляцию от вибраций в условиях микрогравитации.

Аппаратура:

аппаратура MIM;
MIPS-2 – компьютер "Лэптоп" и контроллер;
PUP-A и PUP-B – пульты распределения питания;
двойной контейнер.

7. Для проведения эксперимента QUELD 11. Измерение коэффициентов диффузии для некоторых биметаллических систем в условиях микрогравитации.

Аппаратура:

аппаратура QUELD 11;
аппаратура MIM;
MIPS-2 – компьютер "Лэптоп" и контроллер;
PUP-A и PUP-B – пульты распределения питания;
двойной контейнер.

8. Для проведения эксперимента CFM. Изучение диффузионного пламени свечи в условиях микрогравитации.

Аппаратура:

аппаратура CFM;
аппаратура MGBx (перчаточный бокс);
блок питания.

9. Для проведения эксперимента FFFT. Изучение форсированного распределения горения в условиях микрогравитации.

Аппаратура:

аппаратура FFFT;
аппаратура MGBx (перчаточный бокс);
блок питания.

10. Для проведения эксперимента ICE. Исследование равновесных форм, которые принимает поверхность жидкости в условиях микрогравитации. Изучение динамики поверхности раздела "жидкость-пар".

Аппаратура:

аппаратура ICE;
аппаратура MGBx (перчаточный бокс);
блок питания.

11. Для проведения эксперимента EDLS. Измерение нормальных сил и крутящих моментов, вызванных членами экипажа во время их штатной деятельности на борту станции "Мир".

Аппаратура:

аппаратура EDLS;
MIPS-2 – компьютер "Лэптоп" и контроллер;
PUP-A и PUP-B – пульты распределения питания.

12. Для проведения эксперимента LPS. Высокотемпературное жидкофазное спекание. Изучение формирование дефектов в продуктах спекания. Анализ эффектов смачивания и формирования сплавов.

Аппаратура:

аппаратура "Оптизон-1";
комплекс обслуживающей аппаратуры;
видеокамера Canon A1 с дополнительными приспособлениями.

7.8.2 Подготовка экипажей к выполнению медицинского раздела научной программы

Успешное выполнение экспериментов медицинского, в частности биохимического, профиля невозможно без тщательного обучения космонавтов и астронавтов приемам и методам работы по подготовке к взятию крови, приемам взятия биологического материала и обработки проб.

На первом этапе космонавтов и астронавтов обучали методике взятия крови из вены.

Первое ознакомительное занятие проводили на базе НАСА в США.

В ходе занятия члены экипажа были обучены:

- приемам обнаружения крупных магистральных сосудов и выделения их,
- стерильной обработке,
- методике взятия крови из вены "Бабочкой"—одноразовой иглой с вакутейнером,
- методике взятия крови из вены катетером.

Следует отметить, что члены экипажа с интересом воспринимали материал и активно участвовали в практической отработке навыков взятия крови.

Перед началом практических занятий членам экипажа был показан видеоматериал, в котором подробно излагались требования Всемирной организации здравоохранения к медицинскому персоналу по соблюдению техники безопасности при работе с биологическим материалом.

Для практической отработки этих приемов космонавтам и астронавтам предлагали взять кровь от 4-х добровольцев. Этот прием позволял космонавтам быстро постигать приемы взятия крови из вены.

Уже на четвертом —пятом занятии космонавты могли самостоятельно брать кровь из вены. Особое внимание в процессе обучения методисты обращали на возможные осложнения, связанные с выполнением процедур взятия крови и методом их профилактики.

Наибольшую трудность, по нашему мнению, представляла методика взятия крови с помощью катетера, и все же к концу первой сессии все члены экипажа могли самостоятельно брать кровь из вены с помощью катетера.

Занятия проводились опытными медицинскими работниками среднего звена. Однако следует отметить, что на этом этапе обучение проводилось в "свободной" манере. Американские методисты строго не придерживались бортовой инструкции, потому что к началу сессии она, как правило, не была отработана до конца.

В Центре подготовки космонавтов перед российскими методистами стояла простая, но ответственная задача —сохранить приобретенный навык взятия крови из вены. Эта цель была достигнута благодаря регулярно проводимым практическим занятиям. На этом этапе космонавты выполняли все процедуры строго по бортовой документации. Основным недостатком занятий было крайне малое число добровольцев для взятия у них крови. Как правило, сотрудники ИМБП, отвечающие за этот этап подготовки приезжали к месту проведения

занятий в малом числе (один-два) или вовсе не приезжали. В большинстве случаев отработка взятия крови из вены велась на венах врача-методиста ЦПК и врача экипажа НАСА.

В целях повышения качества подготовки американских астронавтов и российских космонавтов к выполнению экспериментов по совместной программе "Мир-НАСА" в ЦПК им. Ю.А. Гагарина была передана следующая тренажная аппаратура:

1. Система взятия проб крови
2. Система взятия проб крови
3. Система взятия проб крови
4. Укладка изотопных маркеров
5. Укладка антиген
6. Анализатор проб крови
7. Считыватель штриховых кодов
8. Фармако-кинетическая система
9. Магнитный регистратор данных TEAK
10. Система непрерывного измерения АД
11. Кардиомонитор
12. Укладка кардиология
13. Система для постуральных исследований
14. Укладка для отбора проб с поверхности
15. Формальдегидный монитор
16. Сорбционный пробоотборник воздуха
17. Контейнер для проб воздуха
18. Аппаратура Lido
19. Лабораторное оборудование
20. Лабораторные принадлежности
21. Платформа постурального равновесия
22. Велоэргометр
23. Система электропитания
24. Оборудование по эксперименту "Взор"
25. Оборудование по эксперименту "Локомоция"
26. Оборудование по метаболизму
27. Оборудование по эксперименту "Сон"
28. Оборудование по эксперименту "Взаимодействие"

Созданы лаборатории подготовки космонавтов к выполнению медицинской программы, которые включают тренажерные комплексы и рабочие места по следующим направлениям:

1. Оценка работы скелетных мышц ("Работа").
2. Морфологические, гистохимические и ультраструктурные характеристики скелетных мышц ("Мышца").
3. Координация глаза и головы ("Взор").
4. Характеристики сенсорной перцепции ("Перцепция").
5. Локомоторной интеграции пути ("Ориентация").
6. "Поза ожидания".
7. Контроль постурального равновесия ("Равновесие").
8. Биомеханика движения во время локомоции ("Локомоция").
9. Микробиологический анализ поверхностей.

10. Микробиологический анализ воды.
11. Химический анализ воды.
12. Химический анализ воздуха.
13. Исследование радиационной обстановки на борту.
14. Гомеостаз жидкости и электролита и его регулирование ("Гомеостаз").
15. Динамика метаболизма кальция и костная ткань.
16. Оценка риска образования почечных камней.
17. Обмен белков ("Белок").
18. Утилизация энергии ("Энергия").
19. Метаболическая реакция на физические нагрузки.
20. Метаболизм эритроцитов ("Эритроцит")
21. Масса и выживаемость эритроцитов.
22. Фармакокинетические изменения ("Фармакокинетика").
23. Гуморальный иммунитет ("Гумор").
24. Реакция вируса ("Вирус").
25. Мононуклеарные клетки периферической крови.
26. Исследование ортостатической устойчивости с использованием ОДНТ ("ОДНТ").
27. Исследование механизмов ортостатической неустойчивости с использованием средств амбулаторного контроля, проверки барорефлекторных рефлексов и пробы Вальсальвы ("Барорефлекс").
28. Определение аэробной работоспособности посредством дозированной велоэргометрии ("Ступенчатая велоэргометрия").
29. Оценка терморегуляции во время космического полета ("Субмаксимальная велоэргометрия").

7.8.3 Выводы, замечания и предложения.

1. Принятый порядок работ по организации обучения экипажей, существующие и специально созданные технические и учебно-методические средства подготовки, а также уровень подготовки инструкторов ЦПК позволили обеспечить своевременную и качественную подготовку российских космонавтов и американских астронавтов к выполнению всего комплекса научных экспериментов и исследований по программе "Мир-НАСА". Вместе с тем необходимо отметить недостаточную обеспеченность ЦПК тренажными образцами научной аппаратуры. Вместо оснащения тренажерами научной аппаратуры (на тренажерах модулей "Спектр" и "Природа") пришлось укомплектовывать модули только лицевыми панелями научной аппаратуры или их фотографиями.

2. При планировании подготовки по научной программе в виде сессий необходимо предусмотреть обязательную поставку в Россию тренажных образцов научной аппаратуры. При этом необходимо согласовывать с ЦПК количество и тип изготавливаемого оборудования, предназначенного для обучения экипажей. При проведении подготовки экипажей занятия проводились во время двух 3-4-х недельных сессий в США. За период годичной подготовки экипажей тренажные образцы научной аппаратуры в ЦПК практически отсутствовали, что нарушало непрерывность процесса подготовки и не позволяло проводить занятия во время комплексных тренировок на тренажере ОК "Мир" перед стартом экспедиций. Необходимо ввести в практику не допускать к подготовке экипажа тренажные образцы научной аппаратуры, не прошедшие ПСИ, не имеющие сертификата безопасности и не согласованные документально со специалистами ЦПК по вопросу о степени имитации летных комплектов научной аппаратуры.

3. Накоплен опыт по планированию, организации и проведению подготовки космонавтов и астронавтов в совместных международных научных программах. Подобную подготовку необходимо проводить в виде тренировочных сессий, в процессе которых имеется возможность непосредственного общения космонавтов, астронавтов и специалистов России с постановщиками экспериментов и разработчиками аппаратуры. В организационном плане необходимо уменьшить срок между заключительной сессией по подготовке экипажей к научной программе и стартом экипажей (в процессе реализации программы "Мир-НАСА" такие промежутки достигали 6-ти месяцев).

4. В целях повышения качества подготовки космонавтов и астронавтов для выполнения научной программы экспериментов и исследований необходимо постоянно корректировать процесс подготовки с учетом результатов экспериментов предыдущих экспедиций. Для этого необходимо иметь в ЦПК кино-, фотоматериалы и краткие отчеты постановщиков научных экспериментов о результатах выполненных экспериментов.

5. Несвоевременная поставка в ЦПК бортовой документации, регламентирующей распределение обязанностей, содержание, методику и последовательность выполнения членами экипажа операции затрудняла подготовку. Практически в ходе всей подготовки к программе "Мир-НАСА" занятия проводились по промежуточным вариантам бортовой документации и неутвержденным методикам выполнения экспериментов.

6. По ряду экспериментов не было предусмотрено участие в них российских космонавтов, а, следовательно, и не запланирована их подготовка, хотя им приходилось принимать участие в проведении практически всех экспериментов или в ремонтно-восстановительных работах научной аппаратуры.

7.9 Подготовка астронавтов НАСА по программе ВКД на ОК "МИР"

В процессе выполнения научной программы МИР-НАСА планировалось выполнение трех "Выходов" в открытый космос астронавтами НАСА в составе российско-американских экипажей ОК "МИР". Данные по "Выходам" представлены в таблице 7.10.

Выходы в открытый космос астронавтов НАСА, которые входили в российско-американские экипажи

Таблица 7.10

№	Экипаж выхода в открытый космос	Основные задачи
1	Циблиев В.В. Д. Линенджер (ЭО-23)	Установка монитора оптических характеристик (ОРМ) на стыковочный отсек. Установка дозиметра Бентона на ПНО модуля "Квант-2". Демонтаж научной аппаратуры PIE, MSRE с ШСО.
2	Соловьев А.Я. М. Фоэл (ЭО-24)	Инспекция внешней поверхности разгерметизированного модуля "Спектр". Осмотр панели наружного холодильного радиатора (НХР). Замер с помощью специального щупа кольцевого зазора вокруг привода СБ-2. Закрепление укладки с поручнями в зоне НА "Мирас" на НГО. Поворот ДСБ-4 и СБ-4. Демонтаж НА дозиметра Бентона с ПНО модуля "Квант-2".
3	Соловьев А.Я. Д. Вулф (ЭО-24)	Выход из ПНО. Осмотр ВЛ. Проведение измерений прибором SPSR на внешней поверхности ПГО-1. Проведение TV- репортажа о первом выходе в открытый космос Д. Вулфа. Закрытие ВЛ на основные и дополнительные замки. Контроль герметичности ШСО.

В период с 10.06.96 по 28.06.96 с астронавтами НАСА Дж. Линенджером и М. Фоэлом проведено 7 теоретических и практических занятий (посуху) и 5 тренировок в гидросреде в скафандрах "Орлан-ДМА-ГН" по типовым операциям ВКД.

Подготовка астронавтов НАСА Д. Линенджера и М. Фоэла по программе ВКД проводилась в изделиях "ОРЛАН-ДМА-ГН" № 19, 20 и "ОРЛАН-М-ГН" № 7, 8 на макетах ОК "МИР" (макетах СО, "СПЕКТР", ББ), с использованием габаритно-массовых и механически действующих макетов оборудования и средств ВКД.

По целевым задачам ВКД - монтажу прибора ОРМ на СО, дозиметра Бентона на модуле "Квант 2" и демонтажу приборов PIE, MSRE проведено по 2 тренировки в условиях гидросреды и два практических занятия.

Наземная подготовка М. Фоэла к незапланированному "Выходу" 6.9.97 по инспекции внешней поверхности разгерметизированного модуля "Спектр" не проводилась.

В результате проведенной подготовки российско-американского экипажа "Выхода" операторы в составе Циблиев, Линенджер (основной экипаж), Бударин, Фоэл (дублирующий экипаж):

- приобрели практические навыки по монтажу прибора ОРМ на СО, дозиметра Бентона на модуле Квант-2 и демонтажу приборов PIE, MSRE;

- отработали элементы циклограммы ВКД в соответствии с бортовой документацией;

- отработали действия в расчетных нештатных ситуациях в соответствии с БД.

Подготовка астронавтов НАСА Дзвида Вулфа и Эндрю Томаса по программе ВКД проводилась в условиях моделированной невесомости в гидросреде и кратковременной невесомости на летающей лаборатории ИЛ-76МДК.

Подготовка к ВКД в условиях моделированной невесомости в ГС проводилась на макетах ОК "Мир" (макетах ББ, "СПЕКТР", ШСО, СО) с использованием габаритно-массовых и механически действующих макетов SPSR и ОРМ в ЛВС, скафандрах "ОРЛАН-ДМА-ГН" № 20 и "ОРЛАН-М-ГН" № 8.

Легководолазная подготовка астронавтов НАСА не проводилась благодаря наличию у обучаемых водолазных сертификатов.

При определении объема подготовки астронавта НАСА Дэвида Вулфа был учтен предшествующий опыт его работы в скафандре EMU в ГЛ КЦД. Кроме того, проведение отработки типовых операций ВКД в ЛВС позволило уменьшить общее количество погружений астронавта НАСА Дэвида Вулфа в скафандрах "Орлан-ДМА (М)-ГН".

В процессе подготовки по изучению типовых операций ВКД, по изучению скафандра "Орлан-ДМА (М)-ГН", а также изучению циклограммы "Выхода" и методики измерений прибором SPSR- Д. Вулфом и Э. Томасом выполнено по 3 практических занятия (10часов).

- Д. Вулфом и Э. Томасом выполнено по 4 контрольных погружений в ЛВС и практической подготовки в водолазном снаряжении по типовым операциям ВКД (16 часов). По отработка типовых операций ВКД, операций по программе "Выход" (демонтаж ОРМ и работа с SPSR) в скафандрах "Орлан-ДМА (М)-ГН" -Д. Вулфом выполнено 4 погружения (16 часов). По отработке практических навыков по одеванию и снятию СК "Сокол-КВ-2", режимов полет "Орлан-ДМА-ВЛ", а также работы в данных скафандрах в условиях кратковременной невесомости на летающей лаборатории ИЛ-76МДК-Д.Вулф и Э. Томас выполнили 1 полет (4 часа).

В результате подготовки в условиях моделированной невесомости в гидросреде и кратковременной невесомости на летающей лаборатории астронавт НАСА Дэвид Вулф приобрел:

- теоретические знания и практические навыки работы в легководолазном снаряжении;
- теоретические знания и практические навыки по одеванию и снятию СК "Сокол-КВ- 2", "Орлан-ДМА-ВЛ" и "Орлан-ДМА(М)-ГН", а также работы в этих скафандрах;
- практические навыки по демонтажу ОРМ и работе (методике измерений) со спектрорефлектометром SPSR;

Астронавт НАСА Дэвид Вулф приобрел навыки выполнения:

- типовых операций ВКД в ЛВС и в СК "Орлан-ДМА(М)-ГН";
- элементов циклограммы ВКД в соответствии с бортовой документацией;
- действий в расчетных нештатных ситуациях.

В результате подготовки в условиях моделированной невесомости в гидросреде и кратковременной невесомости на летающей лаборатории астронавт НАСА Эндрю Томас приобрел:

- теоретические знания и практические навыки работы в легководолазном снаряжении;
- теоретические знания и практические навыки по одеванию и снятию СК "Сокол-КВ-2" и "Орлан-ДМА-ВЛ", а также работы в этих скафандрах.

Подготовка астронавтов НАСА Э. Томаса и Д. Восса по программе ВКД проводилась в период с 30 сентября 1997 года по 30 ноября 1997 года.

Тренировки проводились в скафандрах "ОРЛАН-ДМА-ГН" № 21,22 и скафандрах "ОРЛАН-М-ГН" № 7,8. В процессе проведения подготовки использовались:

- макет базового блока;
- макет ПНО ;
- макет ШСО;
- макет ЦМ-Э ;
- грузовая стрела на технологической подставке;
- габаритный макет НА ОРМ;
- габаритный макет НА SPSR;
- габаритный макет "Фермы-3";
- габаритный макет фермы "Софора";
- кольцо монтажное (КМ) фермы "Софора";
- учебный макет орбитального комплекса "Мир" (1:20);
- комплект инструментов ВКД.

Легководолазная подготовка астронавтов НАСА не проводилась благодаря наличию у обучаемых водолазных сертификатов.

При определении объема подготовки астронавтов НАСА Эндрю Томаса и Джеймса Восса был учтен предшествующий опыт их работы в скафандре EMU в ГЛ КЦД.

Общее количество погружений астронавтов НАСА Эндрю Томаса и Джеймса Восса в скафандрах "Орлан-ДМА(М)-ГН" было уменьшено за счет предварительной отработки типовых операций ВКД в процессе тренировок в ЛВС.

При определении количества и продолжительности теоретических и практических занятий астронавта НАСА Эндрю Томаса учитывалась его подготовка в составе НАСА-6.

Отработка типовых операций ВКД в скафандрах проводилась в процессе подготовки астронавтов по типовым циклограммам ВКД.

В процессе подготовки с Э. Томасом и Д. Воссом проведено:

- теоретическая и практическая подготовка по программе ВКД (типовые операции, терминология, задачи, средства подготовки, научная аппаратура) у Э.Томаса-9 занятий (13 часов), Д. Восса -10 занятий (16 часов);
- практическая подготовка в водолазном снаряжении СВУ-3 - Э. Томас выполнил 3 тренировки (9 часов), Д.Восс -4 тренировки (12 часов);
- в скафандре "Орлан-ДМА(М)-ГН" Э. Томас и Д.Восс выполнили по 4 тренировки (16 часов).

В результате подготовки к ВКД на орбитальном комплексе "Мир" астронавты НАСА-7 Эндрю Томас и Джеймс Восс приобрели навыки выполнения:

- типовых операций ВКД в ЛВС и в СК "Орлан-ДМА (М)-ГН";
- типовых циклограмм ВКД в соответствии с бортовой документацией;
- действий в расчетных нештатных ситуациях.

ВЫВОД. Объем и содержание подготовки 4-х астронавтов НАСА по программе ВКД на ОК "Мир" были достаточными для успешного выполнения программы 3-х выходов в открытый космос.

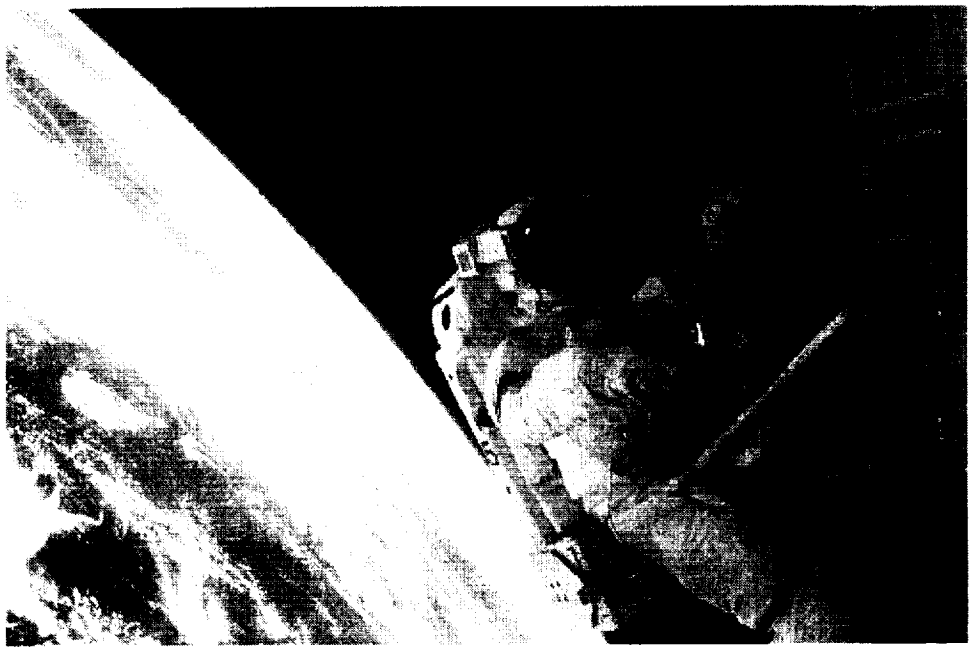
7.10 Итоги подготовки экипажей Мир-НАСА

Осуществление программ совместных полетов "Мир-НАСА" позволило Центру подготовки космонавтов им. Ю.А.Гагарина накопить значительный опыт подготовки российско-американских экипажей. ЦПК проводил подготовку американских астронавтов:

- по транспортному кораблю: в качестве космонавта-исследователя на этапе спуска ТК (при необходимости срочного покидания ОК "Мир");
- по орбитальному комплексу "Мир": в качестве бортинженера по отдельным системам ОК "Мир" длительной экспедиции;
- по внекорабельной деятельности совместно с российским космонавтом в целях выполнения научной программы, инспекции ОК "Мир" и восстановления его работоспособности;
- по совместной научной программе на базе ЦПК им. Ю.А.Гагарина и КЦ им. Л.Джонсона. Получен опыт медицинской сертификации и допуска к полетам космонавтов и астронавтов.

Осуществление программ совместных полетов "Мир-НАСА" позволило накопить значительный опыт общей работы по взаимодействию российско-американских космических экипажей и специалистов.

Космонавты и специалисты РКА и НАСА получили возможность познакомиться друг с другом, с космическими центрами партнеров, с системой и особенностями подготовки космонавтов к космическим полетам в России и в США. Совместная работа способствовала взаимному совершенствованию, выработке общих подходов к подготовке космонавтов, планированию и осуществлению космических полетов и мероприятий, связанных с ними. Сотрудничество в космосе российской и американской сторон, позволило подойти к следующему этапу в освоении космического пространства – объединению усилий по созданию международной космической станции и подготовке экипажей для ее сборки и эксплуатации.



Астронавт Скотт Паразински выполняет ВКД во время полета STS-86

Раздел 8 - Внекорабельная деятельность (ВКД)

Авторы:

Александр Павлович Александров, Сопредседатель рабочей группы по обмену и подготовке экипажей

Ричард Фуллертон, Сопредседатель рабочей группы по внекорабельной деятельности (ВКД)

Члены рабочей группы и лица, принимавшие участие в составлении раздела:

О. Цыганков, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
В. Ульянов, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
А. Гриднев, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
С. Киреевичев, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
Е. Лохин, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
В. Сорока, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
Н. Греков, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
Н. Юзов, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
В. Рень, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
Д. Пушкарь, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
В. Шебеда, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
А. Алтунин, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
И. Абрамов, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
А. Стоклицкий, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
Г. Глазов, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
А. Барер, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)

Кевин Энгельберт, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
Калвин Г. Симэн, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
В. Уитт, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
М. Леонард, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
Джерри Миллер, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
Майк Хесс, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
А. Гроскруец, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
Л. Чао, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
Джерри Росс, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
К. Хэмелманн, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
П. Бенфилд, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
Ч. Перес, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
Р. Шварц, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
Дж. Козмо, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)
Дж. Дэвид Лоу, Рабочая группа по внекорабельной деятельности (ВКД)

8.1 Краткое изложение

В течение десятилетий США и Россия выполняли независимые космические программы. Многие из нас часто думали о том, что наши коллеги делали в то время, и не могли бы мы узнать что-либо полезное в результате общения друг с другом. Предварительные неофициальные контакты перешли в программу Фазы 1, во время выполнения которой было достигнуто прочное взаимопонимание, существующее сегодня. По широкому кругу вопросов мы обнаружили больше общего, чем различий. В ходе выполнения полезной работы мы создали прочный фундамент для будущей работы по программе создания МКС. Инструментами в этой работе были отдельные полеты и экспедиции, оборудование и операции. Самое важное - это то, что мы знаем людей и процессы, которые поведут нас вперед.

Средством выполнения такой совместной работы для выполнения задач в открытом космосе служила совместная рабочая группа по ВКД. Эта группа была создана в сентябре 1994 г., и в её обязанности входила разработка всех требований по ВКД для программы НАСА-Мир и контроль большей части выполнения этих требований с соблюдением условий безопасности. Группа включает в себя представителей всех ключевых американских и российских организаций. От разработки оборудования и до подготовки экипажей и поддержки работы ЦУП в реальном времени, эта группа возглавляла работу всех совместных групп, связанную с проведением ВКД. Взаимодействие и поддержка, включая все другие совместные рабочие группы, сыграли важную роль в общем успехе, так как ВКД не может и никогда не сможет выполняться в рамках только одной дисциплины.

В прилагаемом отчете выделены основные достижения, полученный опыт и процессы, которые по мнению специалистов являются наиболее важными. В большинстве случаев уроки выполнения программы всего лишь подтвердили идеи, ранее предложенные независимо друг от друга. Сейчас, когда мы лучше понимаем друг друга, вместе мы отдаем себе отчет, что наши возможности серьёзнее и значительнее, когда мы объединяем ресурсы, по сравнению с раздельной работой. Задача - определить путь, который позволит лучше использовать возможности партнера.

8.2 Организационная структура, процесс деятельности и организационные взаимоотношения

С самого начала своей деятельности совместная рабочая группа по ВКД полагалась на лучшие качества сотрудников, участвовавших в работе. С обеих сторон каждый участник привносил опыт на высоком уровне для решения всех вопросов. Стороны разделяют желание обеспечить безопасность и успех работы экипажей и выполнения задач, а также чувство важности каждого "выхода" в открытый космос для общей готовности к выполнению долговременных задач в будущем. Все проявляли здравый смысл и доверие при решении каждой проблемы. Существенной чертой при достижении общего понимания и в процессе нахождения решений было терпение. При решении каждой задачи чаще проявлялись общие мотивы и подходы, чем односторонние.

Как и в большинстве проектов, существенное значение имеет участие опытных членов группы на раннем этапе и непрерывно. Первоначальные принципы решения вопросов меняются с течением времени по различным причинам. В условиях выполнения различных проектов, которые велись параллельно в это же время, и при ограниченных людских возможностях возвращение к старым принципам было бы неэффективно (хотя иногда оправдано в качестве способа проверки). Для сохранения постоянной долговременной работоспособности группы необходимо периодически вводить новый персонал и предлагать новые идеи. Для эффективности совместных усилий наилучшие результаты можно получить, если персонал начинает работать, имея определенный запас "основных знаний", и приобретает опыт в процессе работы. Возможность использования метода проб и ошибок в практической деятельности с реальным оборудованием и объектами выгодны для всех, тогда как техническая работа с документацией хороша только в той степени, в которой подготовлены исполнители. Внимание к подготовке квалифицированного персонала на земле так же важно, как и подготовка к операциям на орбите.

Чтобы не изобретать колесо и избежать прошлых ошибок, неоценимо знать определенную часть истории вопроса. Слишком часто мы сосредотачивали внимание на текущих и будущих проблемах, забывая, что можно с успехом использовать достижения прошлых лет. Новые решения с учетом преимуществ существующего оборудования и имеющегося опыта могут быть найдены быстрее, эффективнее и с меньшими затратами. Группа по ВКД затратила много времени на обмен документацией со статистическими данными полетов на орбите и выполнения задач в прошлом. Эта историческая информация часто позволяла ускорить получение решений, которые в противном случае потребовали бы больше усилий и имели бы более высокую степень риска.

Как и для большинства предприятий, начальный период может стать наиболее болезненным и критическим по времени. Этот переход может быть осуществлен легче за счет правильного подбора членов группы и знакомства с организационной иерархией сторон-участников. Важное значение также имеет четкое понимание ответственности персонала и организаций. Наряду с работой должны проводиться неофициальные мероприятия, во время которых можно узнать как привычки и способности отдельных сотрудников, так и возможности на уровне организаций. Человеческие качества и культура имеют критически важное значение для осуществления общих усилий. Способность поставить себя на место других - старое, но справедливое правило. Был также приобретен опыт адаптации при поездках через океан. Такие вопросы, как деловые услуги, доступ на объекты, транспорт, пища, медицинская помощь и развлечения могут быть в дальнейшем решены более эффективно, однако основные аспекты процесса реализованы и могут использоваться на практике. С помощью основных отлаженных деталей процесса можно облегчить трудности, связанные с некоторыми моментами совместной деятельности.

Перспективное планирование и хорошо продуманные принципиальные решения являются основами, важность которых нельзя недооценивать. Запоздалое (за неделю до принятия решения) понимание проблемы, преимуществ и недостатков альтернатив может привести к поздней реализации наиболее болезненных изменений. Невозможно переоценить важность запаса во времени по планам-графикам, а также запаса по резервированию и физическим параметрам. Аналогично шахматам, чем больше ходов просчитаны вперед и чем больше запасных вариантов, тем легче победить. Активный подход к решению вопросов позволяет получить максимальное время для ответа. Впоследствии важен также подробный и непрерывный поиск слабостей в предложенном решении, однако в целом хороший конечный продукт начинается с хорошей идеи.

Согласованная реализация каждого решения проблемы должна быть подкреплена различными методами связи. Учитывая большое расстояние и разницу во времени между Москвой и Хьюстоном, каждая возможность связи драгоценна. Каждое соглашение должно быть четким и полностью понятным и надлежащим образом доведено до сведения заинтересованных лиц и организаций. Основным способом обмена информацией были встречи и телеконференции. Соглашения зафиксированы в протоколах, факсимильных сообщениях, чертежах, сообщениях по электронной почте и в официальных документах. Без этих и других способов обмена информацией никакая продуктивная работа не была бы возможна. Но даже и при этом периодические анализы хода работ, координация и контроль за выполнением совместных соглашений с каждой стороны имеют критическое значение для качественных и своевременных усилий при выполнении программ.

Успеху совместной работы способствовал также подход с участием специалистов по многим дисциплинам и на различных уровнях. Работа велась в условиях полной координации снизу вверх и сверху вниз (особенно в условиях нехватки времени). Для подтверждения ведения работы в едином направлении велась координация деятельности проектировщиков оборудования, изготовителей, технического персонала, организаций по подготовке, членов экипажей и руководства, что позволило свести до минимума допущения. Так как трудно справиться с неожиданностями, которые встретились в последнюю минуту, более широкое участие и регулярное рассмотрение состояния дел способствует реализации и принятию окончательного решения (и одновременно способно замедлить ход работ, если не осуществляется надлежащее руководство).

На Фазе 1 приобретен опыт совместного планирования для реализации процессов, применимых для МКС. От разработки оборудования и до технологии подготовки экипажей, хорошо понятны реальные основные этапы и длительность выполнения различных мероприятий в будущем.

Одним из реальных преимуществ совместной рабочей группы по ВКД по сравнению с некоторыми другими совместными группами было одновременное участие с обеих сторон в выполнении программы Фазы 1 и программы МКС. Не было фактического различия между программами, и опыт, приобретенный в рамках одной программы, непосредственно использовался в другой. Это позволяло ускорить наше понимание нерешенных проблем и нахождение решений. Рабочая группа ВКД, выполнявшая задачи как в Фазе 1, так и в Фазе 2, стала более сильной.

8.3 Процесс COFR

Процесс сертификации готовности к полету (COFR) в отношении ВКД изменялся в течение хода программы НАСА-Мир. Как и для хорошо отработанного процесса сертификации полетов Шаттла, рассматривалась готовность людей, готовность к проведению операций и готовность оборудования перед запуском. В ходе полетов на ОС Мир было также введено рассмотрение нештатных задач и тренировок по ним. До выдачи разрешения на проведение тренировок на орбите или ВКД, рассматривались вопросы выполнимости и безопасности для новых операций. Для будущих совместных анализов готовности будет продолжена практика раннего обмена данными во избежание оценок в "последнюю минуту". Можно распространить это обобщение опыта оперативного планирования и рассмотрений в целях реализации, используемого для полетов Шаттла, на мероприятия по программе МКС.

8.4 Тренировки

Вопросы подготовки к выполнению ВКД освещены в разделе 7.

8.5 Основные достижения

1. STS-71: 96 болтов и защелки захвата. Если Шаттл и МКС не смогут расстыковаться штатно, окончательная операция парирования НШС предусматривает проведение ВКД для освобождения болтов и защелок. Принцип безопасного разделения двух массивных объектов без существенного изменения конструкции какого-либо из космических аппаратов был успешно разработан до первой стыковки с ОС Мир. Эти же инструменты и методы будут доступны для всех полетов к МКС.

2. STS-71 и Мир-18: Резак для солнечной батареи модуля Спектр. После стыковки модуля Спектр с ОС Мир одна из его хвостовых солнечных батарей не была развернута штатно. Был сделан запрос на ВКД для разработки решения вопроса с целью улучшения энергобаланса для питания систем и научного оборудования на ОС Мир. НАСА и РКК Энергия раздельно изготовили, сертифицировали и поставили режущие инструменты в течение нескольких дней. С помощью небольшой опытной группы и используя серийные детали, экипаж ОС Мир в конечном итоге использовал инструмент НАСА для освобождения батареи. Аналогичные инструменты будут находиться на МКС и наряду с известными методами могут быть использованы при необходимости. Эта совместная демонстрация быстрого обмена информацией и ускоренной разработки инструмента является ярким примером успешных действий, которые могут понадобиться на этапе сборки и технического обслуживания в случае отказов.

3. STS-74: Стыковочный отсек и солнечные батареи. Разработка конструкции и верификация летного стыковочного отсека, его наружных солнечных батарей и водяного бака, а также макетов для обоих объектов, служат ранним примером будущих разработок для МКС. Совместные требования и методы проверок, примененные для этого модуля ОС Мир, были распространены для использования по программе МКС. Многие конструктивные особенности полностью идентичны характеристикам МКС. Реализация макетов позволила получить конкретный опыт для будущего применения. Выгоды от опыта работы с реальным оборудованием с самого начала и до окончания программы - неоценимы.

4. Мир-21: Эксперименты PIE (Эксперимент по изучению воздействия частиц) и MSRE (Возвращение проб с ОС Мир). Первая "совместная" ВКД, потребовавшаяся для членов экипажа ОС Мир с целью развертывания американских научных экспериментов на наружной поверхности станции. Своевременное проектирование упаковки, средств погрузки и разгрузки, размещения и закрепления этих изделий позволило обеспечить основы интеграции и операций при ВКД для станции Мир и МКС. НАСА не работало с аналогичным оборудованием со времени полета станции Скайлэб, и поэтому обширный опыт российской стороны в этой области имел существенное значение.

5. STS-76: ВКД во время полета в связке (Оборудование для изучения воздействия внешних факторов на ОС Мир - MEEP; камера, фалы и фиксаторы для ног). Вторая "совместная" ВКД не сильно отличалась от большинства прошлых ВКД на кораблях Шаттл. Однако это был первый пример того, как американская сторона будет проводить ВКД при полете в связке, и как можно безопасно маневрировать и фиксировать членов экипажа и оборудование на космических аппаратах типа МКС. Задачи включали в себя развертывание 4-х пассивных экспериментов с научными материалами MEEP, снятие видеокамеры для повторного использования в дальнейшем и оценку совместно сконструированных фалов и фиксаторов для ног.

6. Мир-23: Совместная ВКД (Монитор оптических характеристик - OPM, PIE, MSRE, дозиметры Бентона). Следующая "совместная" ВКД была первой, во время которой астронавты и космонавты вместе выходили в космос в скафандрах "Орлан". Между предполетной разработкой, тренировками экипажа и работой на орбите были совместно изучены большинство фундаментальных процессов и методов проведения ВКД российской стороной. Наряду с важностью приобретения опыта проведения наружных экспериментов, настоящие выгоды были получены в результате детального понимания общих принципов проведения ВКД.

7. STS-86: Совместная ВКД при полете в связке (MEEP, фалы и фиксаторы для ног, устройство безопасного аварийного возвращения при ВКД -SAFER). Для отработки нашего совместного опыта эта ВКД опять проводилась силами астронавтов и космонавтов, однако на этот раз - в американских скафандрах EMU. Кроме снятия оборудования экспериментов MEEP, был получен итоговый опыт работы с новым вспомогательным оборудованием для ВКД и опыт его использования до применения на МКС.

8. STS-86 и Мир-24: Оборудование для ремонта модуля Спектр. Другой пример быстрой реакции на проблемы на орбите - доставка на станцию Мир оборудования для ремонта модуля Спектр на Шаттле STS-86. Совместная работа включала в себя поздние тренировки экипажа Шаттла по ВКД по переносу крупной герметизирующей заглушки из кабины на наружную поверхность стыковочного отсека для использования в дальнейшем космонавтами на ОС Мир. Информация об устройствах и материалах, использованных при отыскании места негерметичности и устранении течи в корпусе модуля, которой обменивались стороны, была взаимно интересна для МКС.

9. Мир-24: ВКД внутри модуля Спектр. Для восстановления подачи электроэнергии от разгерметизированного модуля Спектр была запланирована работа во внутреннем объеме модуля, оборудование было доставлено на ОС Мир, и задачи были выполнены с соблюдением безопасности. Методы работы в малых внутренних объемах при слабом освещении и возможных опасностях были быстро восстановлены из опыта прошлых лет. В качестве ещё одного примера для будущего использования можно указать на гибкость процесса подготовки ВКД в случае возникновения неожиданных ситуаций или появления нового оборудования.

10. Мир-24: Совместная ВКД (осмотр модуля Спектр, тренировки на орбите, дозиметры Бентона). В середине трудного периода для всех, связанных с событиями на ОС Мир, возникла возможность получения более обширного и непосредственного опыта совместной работы по осмотру и диагностике значительных повреждений космического аппарата. Вновь, для получения максимально возможного совместного опыта был выбран смешанный экипаж по ВКД в составе одного астронавта и одного космонавта. Это опять показало осуществимость приобретения основных навыков и накопления опыта посредством тренировок на орбите в целях безопасного реагирования при нештатных ситуациях и возникновении неопределенных внешних условий.

11. Мир-25: Совместная ВКД (предполетные тренировки, тренировки на орбите, космический портативный спектрорефлектометр - SPSR). Эта была третья и последняя ВКД американского астронавта на ОС Мир. Несмотря на дополнительные трудности, вызванные неисправностью наружного люка, из-за которой пришлось изменить штатные процедуры выхода и входа, работа была завершена безопасно. Сочетание предполетных тренировок и опыта, приобретенного на орбите, создало прочный фундамент для этой орбитальной работы.

12. STS-91 и Мир-25: перенос и возвращение оборудования. Возвращение ранее доставленного на борт, использованного и хранимого оборудования по ВКД является хорошим примером ранней координации между предыдущими членами экипажа и наземным персоналом. Четкие сообщения о том, где и что искать, были обеспечены за счет того, что все участники этой деятельности - в ЦУП-М, на орбите и в процессе послеполетной подготовки - обладали одинаковой информацией об оборудовании. Работа по предварительной упаковке была облегчена за счет раннего её начала, консультаций с предыдущими космонавтами и получения фотографий и индексов изделий для всех участников в ЦУП-М и на орбите.

13. Совместно используемое оборудование. Одна из больших целей, достигнутых на Фазе 1, заключалась в разработке оборудования для совместного использования членами экипажа в скафандрах "Орлан" и EMU. Были совместно сертифицированы и использованы простые элементы скафандров, такие как радиационные дозиметры, фланелевый пластырь (мол-скин), средство против запотевания щитка шлема и индивидуальное нижнее бельё. Были проверены и будут использованы по программе МКС унифицированные фиксаторы для ног, карабины для фалов, страховочные фалы и фалы для фиксации инструмента и туловища.

14. Энергетический модуль. Энергетический модуль являлся демонстрационным проектом солнечной газотурбинной установки, доставляемой на станцию, на борту Шаттла. Проект этот был отложен, однако до этого момента он был разработан до этапа защиты технического проекта. Участие группы по ВКД в разработке проекта было выгодным с точки зрения приобретения совместного опыта. Для этого крупного сложного оборудования требовался не только экипаж по ВКД для сборки, проведения нештатных операций и технического обслуживания, но и непосредственное взаимодействие между экипажем, проводящим ВКД, и оператором манипулятора. Эта работа помогла также решить многие вопросы "что, если", относящиеся к одновременной работе 2-х членов экипажа в скафандрах EMU и 2-х - в скафандрах "Орлан". За исключением сценария, разработанного для 4-х членов экипажа, многие из рабочих принципов проведения ВКД с манипулятором, а также некоторое оборудование интерфейсов будут повторно использованы во время полета 9А.1 на МКС (НЭП).

8.6 Полученный опыт

Для продуктивной совместной работы необходимо по меньшей мере знать основные возможности друг друга, сильные и слабые стороны. Для нахождения общих решений критически важно знать скафандры, шлюзовые отсеки, инструменты, объекты, интерфейсы кораблей и методы работы другой стороны. Независимо от некоторых различий, таких как количество имеющейся документации, мы не обнаружили фундаментальных технических трудностей, препятствующих совместной работе. Например, как EMU, так и "Орлан" могут адекватно использоваться для продуктивной работы при условии надлежащего использования с расчетными параметрами. Эта гибкость будет использована для оптимизации выполнения работы, где бы она ни потребовалась на МКС.

Тренировки на орбите

Так как неопределенный уровень предполетного планирования не в состоянии обеспечить прогноз всех нештатных ситуаций на орбите и постоянный профессионализм экипажа, особенно важно предусмотреть средства реагирования на нештатные ситуации. Совместно мы подтверждаем, что наземный персонал и экипаж на орбите должны обладать идентичными и подробными данными об оборудовании и операциях для модулей, шлюзовых отсеков, скафандров и инструментов (в виде компакт-дисков, моделей в масштабе, процедур, видеоматериалов, фотографий и т.п.). Нельзя исключать время, отведенное для координации тонких практических деталей наземными службами и каждым членом экипажа. Дополнительно члены экипажа должны отработать роли и обязанности между собой путем обсуждений до ВКД каждого шага для штатных и нештатных процедур. Практические занятия в кабине со скафандрами, инструментами и макетами рабочих мест помогут всем подтвердить готовность по ВКД для почти любой ситуации.

Поддержка ВКД членами экипажа, выполняющими ВнКД

Все астронавты на станции Мир принимали участие в обеспечении ряда ВКД, которые выполнялись российскими космонавтами. Они принимали участие в управлении станцией Мир, наряду с выполнением такой задачи, как, например, управление развертыванием солнечных батарей. Эта помощь играла существенную роль в успешном выполнении ВКД. Это также послужило доказательством того, что экипаж, выполняющий ВнКД, будет готов обеспечить работу вне корабля только при прохождении подготовки/тренировки и при полном понимании основных систем космического аппарата.

ЦУП-М, ЦУП-Х и операции на станции

Все другие мероприятия иногда становятся второстепенными по сравнению с взаимодействием экипажа и групп наземного управления в реальном времени. Быстрое реагирование на проблемы и вопросы основано на всём прошлом знании и опыте, которые определяют меру возможностей. Каждая сторона приобрела непосредственный практический опыт в методах и ограничениях для средств связи "борт-Земля" друг друга, телеметрии и электронной почты. Был продемонстрирован анализ отказов и обмен данными относительно причин отказов. Было отмечено, что ВКД является только частью общего объема операций на станции, и что рабочая нагрузка при выполнении задач по ВКД должна вписываться в общие цели экспедиций с точки зрения научных экспериментов внутри станции, технического обслуживания, переноса грузов, передачи дел при смене экипажа и основных условий проживания.

Организационные обязанности

В динамике изменений организационной структуры при переходе к программе МКС все получают новые роли и обязанности. Группы КЦД, которые не воспринимали ранее работу по Фазе 1 в полном объеме, в настоящее время понимают, что их участие в программе МКС не может быть ограничено рамками американской стороны. Требуется приемлемое и необходимое сотрудничество и совместное решение задач с участием всех сторон. В то время как может быть трудно получить информацию для раннего, легкого и комфортного принятия решения, большинство проблем станут менее трудными, если мы все будем полагаться на последовательные фундаментальные принципы (а не только руководствоваться форматом и количеством данных). МКС действительно является глобальным многонациональным космическим аппаратом, и все должны рассматривать её в таком качестве.

8.7 Выходы в открытый космос, выполненные совместно космонавтами и астронавтами

Координацию работ по обеспечению выходов в открытый космос астронавтов и космонавтов для выполнения операций ВКД по научной программе НАСА на комплексе «Мир» и ОК Шаттл осуществляла рабочая группа ВКД (РГ-7).

Соглашением, подтвержденным протоколом встречи 28 сентября 1994 г., была определена программа выполнения ВКД астронавтами и космонавтами в процессе реализации программы «Мир-Шаттл» и «Мир-НАСА». Программа выходов в открытый космос на ОК «Мир» предполагала участие астронавтов в осуществлении ВКД совместно с российскими космонавтами в целях выполнения научной программы, инспекции модулей и восстановления работоспособности систем и агрегатов станции. ВКД из Шаттла в интересах «Мира» определялась исходя из полетной ситуации на «Мире».

Первым из астронавтов выход в открытый космос в скафандре «Орлан-ДМА» выполнил Д. Линенджер с космонавтом В. Циблиев. Программа, включающая установку монитора оптических характеристик (OPM), комплекта внешних дозиметров (EDA), сборника орбитального мусора (MSRE) и панели с образцами покрытий (PIE), была выполнена полностью. На скафандрах были установлены дозиметры TLD. Были испытаны совместные страховочные фалы, изготовленные на базе американской конструкции и смонтированные на скафандрах «Орлан-ДМА».

Второй совместный выход на «Мире» осуществили астронавт М. Фоэл и А. Соловьев в интересах инспекции модуля «Спектр»; также был демонтирован дозиметр Бентона. При выполнении работы в открытом космосе астронавт М. Фоэл проявил себя как опытный специалист, способный выполнить не только запланированную программу, но и операции, необходимость выполнения которых могла возникнуть в процессе ВКД. Высокая эффективность работы М. Фоэла в открытом космосе определилась также его хорошим уровнем знаний русского языка.

Выход в открытый космос третьего астронавта Д. Вулфа совместно с А. Соловьевым был успешно осуществлен с целью работы с экспериментальным спектрорефлектометром SPSR. Выход проведен успешно, получены уникальные данные по оценке состояния внешних покрытий отдельных участков поверхности ОК «Мир».

В процессе полета STS-86 и Мир-24 С. Паразински и В. Титов в скафандрах EMU осуществили перенос с Шаттла на стыковочный отсек «Мира» и закрепление крупного устройства для герметизации привода СБ на модуле «Спектр». Была подтверждена возможность фиксации при работе в EMU по российской методике с использованием 2-х страховочный фалов; испытано взаимоприменимое устройство фиксации ног («Якорь») для МКС.

Данные о миссиях ВКД, выполненных совместно космонавтами и астронавтами на «Мире», приведены в таблице 8.1.

Выходы в открытый космос по Программе Шаттл/Мир

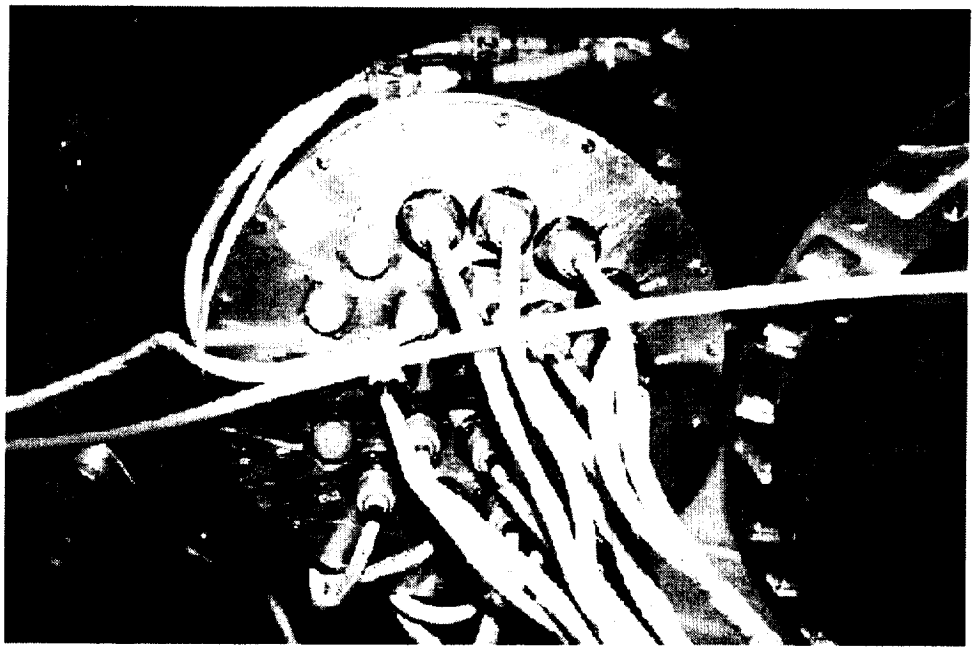
Таблица 8.1

№ п/п	КК, ОС	Экипаж	Дата	Продолжи-тельность	Содержание ВКД	Скафандр СК-1 СК-2	Отсек
1	Мир ЭО-21	Онуфриенко Усачев	06.06.96	3ч 34 мин	Установка образцов аппаратуры PIE; Установка образцов аппаратуры MSRE;	О-ДМА 25 О-ДМА 26	ШСО
2	Мир ЭО-23	Циблиев Линенджер	29.04.97	4ч 58мин	Установка и снятие НА США. Установка: – монитор оптических характеристик (ОРМ); – комплект внешних дозиметров (EDA). Снятие: – мусоросборник (MSRE) ШСО ЦН-Д; – панели с образцами (PIE) ШСО ЦН-Д. Испытания совместных страховочных фалов. Экспонирование дозиметра (2 шт) эксперимента TLD.	Орлан-М №4, 5	ШСО
3	Мир ЭО-24	Соловьев А. Фоэл М.	06.09.97	6ч. 00 мин.	Инспекция внешней поверхности разгерметизированного модуля Спектр (осмотрены тяги 110, 111, 112, 113, 115). Замерен зазор вокруг привода Б16 СБ-IV. Развернута СБ- IV и ДСБ- IV. Снятие американского дозиметра «Бентона».	«Орлан-М» №4, 5	ШСО
4	Мир ЭО-24	Соловьев А. Виноградов	09.01.98	3ч. 06мин.	Демонтаж ОРМ и инспекция люка ШСО.	«Орлан-М» №4, 5	ПНО-ШСО
5	Мир ЭО-24	Соловьев А. Вулф Дэвид	14-15.01.98	3ч. 52мин.	Проведение измерений с помощью прибора SPSR и инспекция люка ШСО.	«Орлан-М» №4, 5	ПНО-ШСО

Выходы в открытый космос по Программе Шаттл/Мир (продолжение)

Таблица 8.1 (продолжение)

№ п/п	КК, ОС	Экипаж	Дата	Продолжи-тельность	Содержание ВКД	Скафандр СК-1 СК-2	Отсек
6	Мир STS-76	Клиффорд Р. Годвин Л.	27.03.96	6ч. 03мин.	Установка приборов МЕЕР на СО;	EMU	Шлюзовая камера Шаттла
7	Мир STS-86	Титов В. Паразински С.	03.09.97	5ч. 01мин.	Перенос и закрепление на СО кожуха для герметизации привода СБ; демонтаж приборов МЕЕР на СО.:	EMU	Шлюзовая камера Шаттла



Замененный люк модуля Спектр

Астронавт НАСА 5 Майкл Фоэл выполняет упражнения на бегущей дорожке на борту ОС Мир

Раздел 9 - Медицинское обеспечение

Авторы:

Валерий Васильевич Моргун, Сопредседатель рабочей группы по медицинскому обеспечению
Валерий Васильевич Богомолов, Сопредседатель рабочей группы по медицинскому обеспечению

Сэм Пул, M.D., Сопредседатель рабочей группы по медицинскому обеспечению

Члены рабочей группы и лица, принимавшие участие в составлении раздела:

Роджер Биллика, M.D., Сопредседатель рабочей группы по медицинскому обеспечению
Том Маршбурн, M.D., Заместитель Сопредседателя рабочей группы по медицинскому обеспечению
Кэрен Мэтес, Рабочая группа по медицинскому обеспечению

9.1 Общие положения

Соглашение между Российской Федерацией и НАСА о сотрудничестве в области пилотируемых космических полетов от 5 октября 1992 года, последующие межправительственные РФ-США договоренности и соглашения между РКА и НАСА, включая контракт NAS 15-10110, определили программу совместных пилотируемых космических миссий проектов "Мир-Шаттл" и "Мир-НАСА".

Фаза 1 проекта "Мир-НАСА" на начальном этапе включала реализацию программы "Мир-Шаттл" и в дальнейшем предусматривала:

1) полеты российских космонавтов на борту "Спейс-Шаттл";
2) продолжительные полеты американских астронавтов на российской космической станции "Мир";
3) совместные космические полеты "Спейс-Шаттл" и "Мир" со сближениями и стыковками, в периоды которых осуществлялась ротация астронавта НАСА в составе основных экспедиций на станции "Мир".

Эти работы реализовывались в рамках Контракта NAS 15-10110 между Российским Космическим Агентством и НАСА.

Учитывая существенные различия в организации системы медицинского обеспечения здоровья и работоспособности членов космических экипажей в России и в США перед медицинскими структурами РКА и НАСА выдвигались сложные задачи согласования и интеграции организационных принципов, методологии, требований и медицинских средств обеих стран для обеспечения здоровья, высокой работоспособности и профессионального долголетия совместных российско-американских экипажей, обеспечение условий для успешной реализации планируемых полетных программ. С этой целью в 1994 году была создана Рабочая группа 8 ("Медицинское обеспечение") в рамках Фазы 1, которая возглавлялась от российской стороны В.В.Богомоловым (ГНЦ РФ-ИМБП) и В.В.Моргуном (РГНИИЦПК), а с американской стороны Сэм Л. Пул и Роджер Биллика (Космический центр им.Джонсона - КЦД).

Главная задача РГ-8 состояла в разработке мероприятий по обеспечению взаимодействия медицинских структур по обеспечению медицинской безопасности и сохранению здоровья совместных российско-американских экипажей на этапах подготовки, при космических полетах на российских и американских транспортных системах (Союз-ТМ, ОС Мир, МТКК Спейс-Шаттл) и в послеполетном периоде.

9.2 Задачи

Основными направлениями совместных работ являлись:

- согласование и практическое осуществление процедур медицинского отбора и сертификации здоровья членов совместных экипажей;
- медико-биологическая подготовка совместных российско-американских экипажей по программам полетов на базах КЦД и ЦПК;
- совершенствование и согласование совместных требований к процедурам и медицинским средствам медицинского мониторинга здоровья членов экипажей до, во время и после полетов, профилактики неблагоприятных расстройств в организме в период длительного полета, оптимизации питания членов экипажа, а также санитарно-гигиенического, токсикологического и радиационного мониторинга среды обитания пилотируемых объектов;

- согласование, отработка и совершенствование методов и средств диагностики состояния здоровья членов экипажей в космическом полете и оказания им в случае необходимости медицинской помощи;
- согласование и отработка системы психологической поддержки экипажей;
- подготовка медицинского персонала (врачей экипажа) и их непосредственное участие в обеспечении космических полетов в ЦУП-М и ЦУП-Х (врачей экипажа - медицинского персонала НАСА при работе в ЦПК и в ЦУПе Москвы и российского медицинского персонала по полетным операциям при работе в Космическом центре им. Джонсона в Хьюстоне);
- разработка и эксплуатация материально-технической базы для сбора и обработки медицинской информации, получаемой в процессе медицинского обеспечения совместных пилотируемых КП, совершенствование средств коммуникации специалистов групп медицинского обеспечения РКА и НАСА, подготовка базы для развития телемедицины в интересах оперативного медицинского обеспечения КП.

На последующих этапах работа РГ-8 медицинское обеспечение длительных полетов совместных экипажей включало также реализацию программы SMP - использование американских медицинских средств и процедур, а также проведение с их помощью специальных исследований на борту станции "Мир" с целью совершенствования системы поддержания здоровья экипажей и отработки элементов медицинского обеспечения полетов экипажей на МКС (мониторинг среды обитания и состояния здоровья экипажа, средства оказания медицинской помощи, микробиологические и токсикологические исследования, психологический мониторинг и психологическая поддержка, радиационный контроль и др.). С точки зрения медицинских операций 1-я Фаза программы дала возможность объединить медицинское оборудование и опыт обеих сторон с целью продолжения подготовки к поддержанию здоровья экипажа во время и после длительного космического полета, а также установления каналов международной связи и процедур принятия решений, крайне важных для работы в рамках программы МКС.

9.3 Принципы и организационная структура

Основными исходными принципами организации совместных работ по медицинскому обеспечению полетов по программе Фазы 1 являлись:

- максимально возможное сохранение и уважительное отношение со стороны партнера к опыту, выработанным правилам и процедурам системы медицинского обеспечения здоровья членов экипажа другой стороны, поиск приемлемых компромиссов при сохранении медицинской ответственности каждой из сторон за принятие медицинских решений в отношении "своих" членов экипажа (РКА - в отношении космонавтов, НАСА - в отношении астронавтов);
- обеспечение норм, требований и национальных законодательств по биомедицинской этике при проведении совместных работ по различным направлениям медицинского обеспечения;
- стремление к открытости между ответственными медицинскими представителями сторон в вопросах, имеющих отношение к безопасности и здоровью членов экипажа на всех этапах реализации совместных пилотируемых программ.

В месте с тем, при совместных полетах основных экспедиций на станции "Мир" процедуры и мероприятия медицинского обеспечения основывались в основном на российских правилах, и медицинское управление полетными операциями осуществлялось российским ЦУП'ом в тесном взаимодействии и при непосредственном участии врача

экипажа НАСА. При совместных полетах на МТКК "Спейс-Шаттл" медицинское обеспечение основывается на правилах НАСА, и медицинское управление полетными процедурами осуществляется из ЦУП'а в Хьюстоне также при непосредственном участии российского врача экипажа или ответственного медицинского представителя РКА. Соответственно, основная ответственность за безопасность полета и обеспечение здоровья экипажа в целом при полетах на ОС "Мир" лежала на российской стороне, при полетах на МТКК "Спейс-Шаттл" - на американской.

Для проведения практических работ по различным направлениям сотрудничества в области медицинского обеспечения здоровья экипажей в программе Фазы 1 в РГ-8 созданы рабочие подгруппы по медико-биологической подготовке экипажей, мониторингу здоровья экипажей, профилактике в полете, психологической поддержке, диагностике и оказанию медицинской помощи, по питанию, по мониторингу состояния атмосферы ОС "Мир", по радиационному контролю, по водообеспечению, по выполнению программы SMP, по коммуникациям. Специалисты обеих сторон в рамках своих подгрупп осуществляли согласование работ по практической реализации задач медицинского обеспечения здоровья и работоспособности совместных экипажей, выполняли совместные исследования, вырабатывали рекомендации, в том числе и при возникновении сложных и нештатных ситуаций и появлении медицинских проблем. Руководители РГ-8 являлись участниками РГ-0 Фазы 1, принимали непосредственное участие в решении проблем медицинской безопасности при определении программы научных исследований, использования медицинского оборудования и средств на орбите, грузопотока, выработке медицинских заключений на очередной этап выполнения программы Фазы 1. В этой работе активную роль играли врачи экипажа обеих сторон.

9.4 Оценка состояния здоровья экипажей и медицинский мониторинг

Основополагающим документом, определяющим совместные требования к медицинскому обеспечению совместных полетов являлся разработанный и согласованный РГ-8 29 марта 1995 г. документ WG-8/NASA/RSA/-E 8000 "Совместная американо-российская Программа, Фаза 1, Медицинские требования", который содержит основные правила, по которым осуществлялось взаимодействие медицинских структур РКА и НАСА на этапах подготовки, в полетах и после их завершения. Этот документ интегрирует российские и американские требования и положения по медицинскому обеспечению космических полетов и основан как на требованиях и условиях контракта NAS 15-10110, так и на ранее достигнутых соглашениях и договоренностях в рамках Постоянно действующей рабочей группы по космической биологии, медицине и микрогравитации. Этот документ заложил основу для совместных решений по оценке готовности американских членов экипажа с медицинской точки зрения к полетам на станции "Мир". Он основывается на Положениях, содержащихся в Требованиях к медицинским операциям на МТКК "Спейс-Шаттл", JSC 13958, Абзац Е и Приказе Министра обороны и Министра Здравоохранения СССР № 390/585 от 21 октября 1989 года о введении в действие Инструкции по освидетельствованию и контролю за состоянием здоровья кандидатов в космонавты, космонавтов и инструкторов-космонавтов, а также на Положениях и Инструкциях, регламентирующих деятельность медицинских структур РКА и НАСА по медицинскому обеспечению.

Сертификация здоровья астронавтов для допуска их к подготовке в ЦПК им. Ю.А.Гагарина и для полета на станции "Мир" проводилась Главной Медицинской Комиссией МО и МЗ на основании представленных КЦ им.Джонсона медицинской документации и согласованного объема обследований.

Сертификация здоровья космонавтов для допуска их к подготовке в КЦ им.Джонсона и для полета на МТКК "Спейс-Шаттл" проводилась Медицинской Комиссией КЦД на основании представленных российской стороной медицинской документации и согласованного объема медицинских обследований.

Возникающие проблемы решались путем согласования и обсуждения (личные встречи, телеконы, по факсимильной связи) в рамках РГ-8 с привлечением при необходимости клинических экспертов обеих сторон. В сложных ситуациях к решению медицинских проблем как до, так и во время полета привлекалось медицинское руководство РКА и НАСА (Объединенная Комиссия по Космической Медицине).

В период длительных полетов на станции Мир астронавты, в основном, использовали штатную российскую систему медицинского мониторинга здоровья. Процедуры и последовательность медицинских обследований астронавтов в полете согласовывался с американским врачом экипажа, объем проведенных исследований представлен в прилагаемых таблицах. (Приложения 1, 2).

Помимо этого, американский врач экипажа регулярно проводил приватные медицинские беседы с астронавтом основной экспедиции, а также выполнялись согласованные дополнительные медицинские исследования состояния здоровья астронавта и оценка его физической тренированности в рамках SMP по американской программе (Приложение 3, SMP).

Врач экипажа от НАСА в ЦУП-М имел полную информацию о результатах штатного медицинского контроля экипажа, и в свою очередь представлял информацию медицинским руководителям ЦУП-М о результатах медицинского мониторинга по американской программе. В результате совместной работы врача экипажа НАСА и Группы Медицинского Обеспечения (ГМО) ЦУП-М установилось хорошее рабочее взаимодействие и взаимопонимание.

Результаты медицинского обследования членов экипажей в полетах по программе Фазы 1 требуют специального обсуждения медицинскими специалистами обеих сторон с соблюдением норм биоэтики. Вместе с тем следует отметить, что результаты медицинского мониторинга здоровья и физической тренированности членов экипажа адекватно отражали динамику состояния их здоровья и позволяли вносить необходимые коррективы в программу медицинского обеспечения.

Для длительного полета женщины-астронавта и для некоторых других астронавтов в программу медицинского мониторинга здоровья, по согласованию с американской стороной, вносились необходимые коррективы.

Согласование полетной программы медицинского мониторинга на Фазе 1 специалистами медицинской и медико-биологической подгрупп позволило:

- Ввести на станции "Мир" новое оборудование для сбора данных и
- Усовершенствовать процедуру совместного реагирования российских и американских наземных служб на полетные медицинские проблемы в реальном масштабе времени.

Российские космонавты, принимающие участие в составе экипажей на МТКК "Спейс-Шаттл" до, во время и после полетов использовали схему мониторинга здоровья, принятую в КЦД при участии российского врача экипажа. При этом у отдельных космонавтов программа медицинского мониторинга и медицинских обследований на

этапе подготовки до полета была изменена по согласованию с российской стороной с учетом их индивидуальных особенностей, возраста, пола.

С учетом накопленного опыта на Фазе 1 был разработан и согласован 21 ноября 1996 г. "Временный подход НАСА и РКА к вопросам медицинской политики на МКС", а в дальнейшем на многостороннем уровне уточнены Требования к Медицинским Обследованиям и Стандарты Здоровья (AMERD) для экипажей МКС. Были приняты нормы обследования, приемлемые для всех партнеров по МКС. Положительные итоги этих документов заключаются в следующем:

- Четкое понимание проблем медицинской этики в обеих странах, а также популяционных различий;
- Лучшее понимание американскими специалистами по медицинским операциям физических и психологических факторов, характерных для длительных космических полетов, а также старта и возвращения на Землю на борту космического корабля "Союз ТМ", которые необходимо учитывать при первичном медицинском обследовании.
- Установление каналов связи между специалистами по медицине организаций США, с одной стороны, и организациями Министерства обороны и Министерства здравоохранения России, с другой стороны, которые используются сегодня при переговорах о совместной работе на МКС.

9.5 Общие данные о подготовке экипажей

Всего за период работы по программе "Мир-НАСА" в Центре подготовки космонавтов им. Ю.А.Гагарина было подготовлено 7 астронавтов НАСА к осуществлению длительного космического полета на ОК "Мир" в качестве бортинженеров - 2, а 4 астронавта прошли подготовку к внекорабельной деятельности.

Для выполнения совместной российско-американской научной программы с основными и дублирующими экипажами ЭО-21, ЭО-22, ЭО-23, ЭО-24 и ЭО-25 были проведены по две тренировочные сессии в КЦ им. Л.Джонсона и в ЦПК им. Ю.А.Гагарина.

В рамках программы "МИР-НАСА" четверо российских космонавтов (Кондакова, Титов, Шарипов и Рюмин) прошли подготовку в КЦ им.Джонсона к полетам на МТКК "Шаттл" в составе американских экипажей и выполнили эти полеты.

Девять экипажей МТКК "Шаттл" (STS-71, 74, 76, 79, 81, 84, 86, 89, 91) проходили в России недельную подготовку по ОК "Мир" для совместной деятельности с российскими экипажами. Российские основные и дублирующие экипажи ОК "Мир" ЭО-20—25 проходили подготовку в КЦ им.Джонсона в течение недели по ОК "Шаттл" и совместной деятельности с экипажами STS (всего 6 раз). Подготовки совместных экипажей (ЭО-18, ЭО-19) проходила в рамках программы "Мир-Шаттл".

Медико-биологическая подготовка астронавтов НАСА к выполнению космического полета на орбитальном научно-исследовательском комплексе "Мир" осуществлялась в ЦПК им. Ю.А.Гагарина в течение двух этапов:

- в составе группы астронавтов,
- в составе экипажа.

9.6 Подготовка астронавтов

Подготовка в составе группы включала в себя:

- подготовку по основам авиационной и космической медицины;
- медицинский контроль за состоянием здоровья и обследование;
- физическую подготовку;
- медицинские тесты, исследования и тренировки;
- подготовку по совместной деятельности.

Медико-биологическая подготовка (МБП) астронавтов и космонавтов в составе группы и на последующих этапах проводилась с учетом уровня их подготовленности.

Целью МБП астронавтов в составе группы являлось обеспечение хорошего физического состояния и функциональных психофизиологических возможностей организма, высокой работоспособности при выполнении профессиональных задач подготовки. Основные задачи МБП в составе группы:

- сохранение и укрепление здоровья, поддержание высокой работоспособности и хорошего состояния организма;
- организация и проведение медицинских исследований и тренировок, направленных на поддержание хорошего уровня устойчивости к ФКП;
- обучение методикам медконтроля за состоянием здоровья;
- обучение пользованию бортовыми средствами профилактики;
- обучение эксплуатации систем жизнеобеспечения конкретного ПКА;
- обучение по санитарно-противоэпидемической защите и радиационной безопасности на борту;
- обучение навыкам диагностики заболеваний, использованию бортовых средств оказания медицинской помощи.

Программа МБП в составе группы включала следующие основные вопросы:

- организация медицинского обеспечения пилотируемых космических полетов;
- влияние факторов космического полета на организм человека в длительном полете;
- психологические аспекты длительного космического полета, методы психологической коррекции;
- система медицинского контроля ТК и ОС;
- физическая подготовка.

В результате успешного решения этих задач была достигнута главная цель - обеспечен требуемый уровень профессиональной подготовки астронавтов, необходимый для продолжения подготовки в составе экипажа.

9.7 Медико-биологическая подготовка

Целью МБП в составе экипажа являлось обеспечение комплексом медицинских средств и мероприятий медицинского характера хорошего состояния здоровья, высокой работоспособности экипажа, готовности к выполнению медико-биологического раздела программы полета и космического полета в целом.

Основные задачи МБП в составе экипажа:

- осуществление динамического медконтроля и лечебно-профилактических мероприятий по сохранению и поддержанию хорошего состояния здоровья, а также

повышение уровня физиологических возможностей и работоспособности при подготовке к КП и в полете;

- повышение психофизиологической устойчивости к перенесению ФКП при тренировках на специальных стендах и тренажерах;
- коррекция индивидуально-психологических черт и особенностей элементов группового взаимодействия в составе экипажа;
- обучение экипажа к выполнению конкретных методик медико-биологических исследований и экспериментов;
- снятие фоновых данных по методикам медконтроля, проводимых в полете;
- организация и проведение комплекса санитарно-гигиенических мероприятий и противоэпидемической защиты экипажа.

Данные по объемам медико-биологической подготовки астронавтов приведены в таблице 9.1.

Подготовка в составе экипажа включала:

- медицинский контроль за состоянием здоровья;
- тренировки по повышению устойчивости к факторам КП;
- подготовку по средствам медицинского обеспечения ТК и ОК "Мир";
- практические занятия и тренировки на тренажерах и стендах транспортного корабля и орбитальной станции;
- техническую подготовку по средствам медицинского контроля ТК и ОС;
- подготовку по научно-исследовательской программе МИР-НАСА;
- физическую подготовку.

Медицинский контроль за состоянием здоровья осуществлялся американскими и российскими специалистам в соответствии с "Совместной американо-российской программой Фазы 1. Медицинские требования". Объем и сроки медицинского контроля представлены в таблице 9.2.

Тренировки по повышению устойчивости к факторам космического полета проводились не по всем направлениям. По согласованию с американскими специалистами проходили тренировки в барокамерах и на центрифуге с воздействием перегрузок, соответствующих графикам выведения и спуска. В связи с особенностями полета на космических кораблях "Союз" астронавтам были прочитаны лекции по факторам космического полета. Специалистами РГНИИЦПК им. Ю.А.Гагарина проводилось также медицинское обеспечение деятельности космонавтов при подготовке в условиях гидросреды и при полетах на кратковременную невесомость на самолете-лаборатории ИЛ-76МДК. Объем подготовки по данному направлению представлен в таблице 9.3.

Подготовка по средствам медицинского обеспечения транспортного корабля и станции проводилось в соответствии с исходными данными РКК "Энергия" на подготовку экипажей МИР-НАСА, исходя из задач конкретного полета. Объем подготовки по данному направлению представлен в таблице 9.4.

Практическая отработка навыков работы с аппаратурой медицинского контроля и профилактики в рамках изучения методик МК-1 (исследование биоэлектрической активности сердца), МК-4 (отрицательное давление на нижнюю половину тела), МК-5 (исследование сердечно-сосудистой системы при физической нагрузке), МК-8, МК-108, МК-120, МК-12.

Астронавты изучили назначение, состав, размещение на борту ОС "Мир" аппаратуры медицинского контроля и профилактики неблагоприятного воздействия невесомости. Выработали устойчивые навыки работы с ней, а также освоили ее техническое обслуживание и методы устранения нештатных ситуаций.

Астронавты в совершенстве изучили оборудование для проведения научных медико-биологических экспериментов, выработали и закрепили навыки самостоятельной работы на нем.

Физическая подготовка космонавтов включала общефизическую и специальную физическую подготовку, а также обучение использованию бортовых средств физической подготовки. Результаты представлены в таблице 9.6.

9.8 Роль российских врачей экипажа

Медицинское обеспечение подготовки в НАСА осуществлялось российскими врачами экипажа. Их деятельность включала:

1. Подготовку по программе медицинского обеспечения американских космических полетов.
2. Медицинское обеспечение членов экипажей во время тренировочных сессий:
   - оказание медицинской помощи;
   - медицинский контроль за состоянием здоровья;
   - участие в медицинских занятиях по медицинской аппаратуре и оказанию медицинской помощи на борту;
   - контроль за физической подготовкой.
3. Оказание медицинской помощи представителям российских организаций.
4. Выполнение связующей роли между руководством медицинских подразделений НАСА и РКА при решении оперативных вопросов медицинского обеспечения Фазы 1 и начала Фазы 2.

9.9 Выводы и рекомендации по программе медицинского обеспечения в целом

Совместная подготовка с членами экипажа позволила астронавтам успешно решить задачи программы подготовки в составе экипажа - сформировать на требуемом уровне навыки выполнения задач медико-биологического раздела программы космического полета.

По мнению российских членов экипажей и американских астронавтов, работавших по программе МИР-НАСА, на этапе подготовки в составе российско-американских экипажей необходимо было больше внимания уделить вопросам психологической совместимости членов экипажа. Для этого должна проводиться более длительная подготовка в составе каждого экипажа, с которым предстояло работать на борту ОК "Мир". Этому также способствовало бы проведение совместных тренировок по выживанию в экстремальных условиях.

Результаты экзаменационной комплексной тренировки определили, что была достигнута главная цель - уровень профессиональной подготовки экипажа оказался достаточным для его допуска к космическому полету и выполнению научной программы на борту ОК "Мир".

Опыт подготовки экипажей по программе МИР-НАСА целесообразно использовать при подготовке экипажей МКС.

9.10 Основные достижения и накопленный опыт

9.10.1 Профилактика неблагоприятных изменений в организме в период полета

В основу мероприятий по защите экипажей длительных экспедиций от неблагоприятных влияний условий полета на Фазе 1 была положена российская система профилактики. Для российских членов совместных экипажей была предписана штатная программа профилактики, основу которой составляют: использование физических тренировок на бортовых тренажерах (УКТФ и ВБ-3) и с эспандерами по специальной методике 4-дневного цикла, ношение полетных нагрузочных костюмов, курсовые приемы фармакологических средств (кардиотропные, ноотропные, эубиотики), цикл ОДНТ-тренировок и прием пищевых добавок на заключительном этапе длительного полета, прием водно-солевых добавок накануне и в день приземления, использование средств противоперегрузочной защиты на этапе спуска с орбиты и в раннем послеполетном периоде. Использование пережимных бедренных манжет для российских членов экипажа является факультативным в системе полетной профилактики.

Для астронавтов НАСА - членов основных экспедиций на станции "Мир" программа полетной профилактики включала в большей части лишь физические тренировки на бортовых тренажерах в режимах, приближенных к рекомендованным российской стороной, а также факультативное использование полетного нагрузочного костюма. От использования ОДНТ-тренировок на заключительном этапе полета, также от применения профилактических курсов фармакологических средств американская сторона отказывалась. Поскольку астронавты возвращались на Землю на МТКК "Спейс-Шаттл", они по рекомендации врачей НАСА использовали американскую схему приема водно-солевых нагрузок в день приземления, и американские средства противоперегрузочной защиты (в американском полетном скафандре), хотя российский противоперегрузочный костюм "Кентавр" мог быть при необходимости использован в раннем послеполетном периоде.

Для защиты слуха всем членам экипажа рекомендовалось ношение ушных берушей.

В целом, за небольшим исключением, астронавты - члены основных экспедиций на станции "Мир" стремились следовать рекомендациям специалистов по физическим средствам профилактики, которые передавались им непосредственно или через американского врача экипажа. В период выполнения программ НАСА-6 и НАСА-7 американскими специалистами по физическим тренировкам и врачами экипажа НАСА рекомендованы астронавтам несколько отличные от российских режимы и схемы физических тренировок, перспективные с точки зрения американской стороны для МКС. Требуется анализ специалистами обеих сторон результатов этих усовершенствований.

Общий вывод сводится к тому, что от полноты выполнения программы профилактических мероприятий, в особенности физических мер профилактики, зависит состояние здоровья членов длительных экспедиций не только в полете, но особенно после его окончания. Это относится как к российским космонавтам, так и к американским астронавтам основных экспедиций. Детальный анализ эффективности полетной профилактики предстоит после ознакомления российских

специалистов с результатами послеполетного клинико-физиологических исследований, выполненных у астронавтов после длительного полета.

9.10.2 Оказание медицинской помощи

В течение Фазы 1 российскими и американскими специалистами выполнен комплекс работ по формированию и усовершенствованию бортовых средств диагностики состояния и оказания неотложной помощи за счет включения в состав бортовых средства американских медицинских укладок и оборудования неотложно медицинской помощи (дефибриллятор, система фиксации члена экипажа, медицинские комплекты для лечебных мероприятий).

Совместно проанализирован и согласован количественный и качественный состав американской укладки (MSMK) и российских медицинских укладок. Принято решение о совместном использовании американских и российских средств оказания медицинской помощи, что реализовано на практике при проведении лечебных мероприятий отдельным членам экипажа. Рассмотрен и скорректирован русский вариант американской полетной документации по средствам диагностики и оказания медицинской помощи (Medical Checklist), отработана инструкция по эксплуатации дефибриллятора (Defibrillator cue cards).

Расширение лечебных возможностей бортовой медицинской аппаратуры и средств существенно повышает надежность бортовой системы медицинской помощи в целом. Определены перспективы усовершенствования средств диагностики и оказания срочной медицинской помощи членам экипажей МКС.

9.10.3 Мониторинг среды обитания станции "Мир"

В ходе реализации Фазы 1 проекта "Мир-НАСА" особое внимание уделялось оценке состояния среды обитания основных экипажей на станции "Мир", что определялось отчасти длительностью эксплуатации комплекса и периодическими отклонениями и отказами со стороны систем жизнеобеспечения. Кроме этого, имели место аварийные ситуации (возгорание шашки ТГК, разгерметизация модуля "Спектр" вследствие столкновения с грузовым кораблем "Прогресс" отказы в системе управления комплексом с дефицитом энергетики на станции). Эти ситуации, могущие иметь медицинские последствия, требовали от наземных технических и медицинских служб особого внимания и быстрого реагирования. В 1997 году особую озабоченность вызывала токсикологическая опасность в отношении этиленгликоля, поступавшего в атмосферу станции вследствие разгерметизации системы терморегулирования.

В этих ситуациях в рамках РГ-8 проводились регулярные контакты российских и американских специалистов (телеконы, встречи) для взаимного информирования и выработки согласованных решений по проведению медицинских мероприятий (дополнительный медицинский мониторинг и наблюдение за состоянием здоровья членов экипажа, контроль состояния атмосферы станции и системы водообеспечения, меры профилактики и защиты экипажа, дополнительные поставки на борт средств медицинского обеспечения).

В РКК "Энергия" и в ИМБП в этот период работали постоянно действующие комиссии специалистов для выработки рекомендаций и их реализации по скорейшей ликвидации нештатных ситуаций. В состав этих комиссий включались

наиболее компетентные специалисты технического, токсикологического и медицинского профиля.

На борт станции Мир доставлялись с кораблями "Прогресс" и "Спейс-Шаттл" помимо ремонтного оборудования также дополнительные российские и американские средства токсикологического мониторинга и оценки качества атмосферы и воды, лечебные и профилактические средства.

Результаты медицинского контроля состояния здоровья членов экипажа, проводимые в эти периоды и по окончании полетов, как правило, не выявляли каких-либо негативных изменений в состоянии соматического здоровья, хотя вынужденные периоды ограничения использования средств профилактики на борту и напряженный режим труда и отдыха в этих условиях, безусловно, снижал эффективность системы медицинского обеспечения.

Главным результатом этих работ явилось приобретение уникального совместного опыта по решению медицинских и медико-технических проблем при возникновении различных нештатных и аварийных ситуаций в длительном полете. Помимо этого, в условиях длительного полета апробированы ряд американских средств мониторинга среды обитания пилотируемого космического объекта, выявлены их положительные и негативные стороны, что чрезвычайно важно для работ на МКС.

9.10.4 Система питания

Подгруппа по питанию РГ-8, включающая российских специалистов (от ГНЦ РФ ИМБП, НИИ ППиСПТ, РКК "Энергия", РГНИИЦПК им.Гагарина) и специалистов КЦД им. Джонсона, выполнила большой объем работ по обсуждению и согласованию "Нормы по приему пищевых веществ для экипажей по программе "Мир-НАСА", по разработке и согласованию "Плана по питанию во время Фазы 1", согласованы требования и процедуры микробиологического и токсикологического контроля качества продуктов питания рационов членов экипажей. Определен порядок комплектации и поставок совместных российско-американских рационов на борт станции "Мир" кораблями Прогресс и Шаттл.

Для каждой экспедиции разрабатывался индивидуальный состав меню с учетом индивидуальных вкусов. Использование совместного российско-американского рациона для экипажей 1 Фазы позволило значительно расширить ассортимент продуктов, что сделало рационы более разнообразными. Результаты эксплуатации рационов показали, что он удовлетворял потребности организма членов экипажей в основных пищевых компонентах и энергии. В целом, члены экипажа ЭО-21 - ЭО-25/НАСА1 - НАСА7 положительно оценивали совместный рацион, высказав ряд предложений и рекомендаций, которые учтены при разработке меню для первых экипажей МКС. Приобретенный опыт в этом направлении на Фазе 1 позволил разработать "План по питанию во время сборки МКС" и состав меню для первого основного экипажа, которые согласованы руководителями программы.

9.10.5 Полетное медицинское оборудование

Возможность получения опыта совместной работы на станции "Мир" потребовала разработки новой американской медицинской укладки, более совершенной и полной, чем любая из ранее использовавшихся США в космосе. Специалисты по

системам и их партнеры обеспечили работу 7 совещаний по интеграции полетного оборудования с 1994 по 1997 гг., расширяя с каждым новым полетом объем американского оборудования на станции "Мир".

Разработана объединенная программа подготовки к полетам МКС, так что российские космонавты и американские астронавты могут получать одинаковую подготовку к работе на медицинском оборудовании МКС.

- Вклад астронавтов, космонавтов и российских врачей экипажа в подготовку (обучение) и применение медицинских укладок, используется для улучшения американских медицинских укладок, используется для улучшения американских медицинских средств и процедур для МКС.
- В рамках программы Фазы 1 американские и российские специалисты обучали всех членов экипажа станции "Мир" пользованию полетным медицинским оборудованием и процедурам, обеспечивая надежное взаимное ознакомление с медицинскими средствами в соответствии с целями подготовки так, чтобы ресурсы обеих сторон могли быть максимально использованы, включая фармакологические средства, диагностическое и лечебное оборудование.
- Важным шагом вперед в развитии американских средств обеспечения полетных операций было решение о поставке и осуществление поставки на станцию "Мир" для полета НАСА-5 дефибриллятора и медицинской системы фиксации члена экипажа. Опыт, приобретенный в процессе этой работы, будет использован при обеспечении МКС медицинскими средствами и возможного использования этих средств экипажами МКС.
- Опыт Фазы 1 позволил наземной медицинской службе обеспечения в США приобрести знания для быстрого обновления медицинского оснащения. Взаимное доверие и опыт, приобретенные при реализации программы Фазы 1, позволили разработать эффективные процедуры оценки безопасности полетного медицинского оборудования. Например, при повреждении модуля "Спектр" станции "Мир" в период НАСА-5 специалисты по медицинским операциям совместно с российскими партнерами оперативно заменили американскую медицинскую систему, пострадавшую в модуле "Спектр". Новое оборудование было изготовлено, снаряжено и сертифицировано американскими специалистами по медицинским операциям в течение 24 часов. Новое медицинское оборудование было обработано и доставлено в Россию для доставки на станцию "Мир" грузовым кораблем "Прогресс". Представители ИМБП и РКК "Энергия " обеспечили быструю и беспрепятственную доставку этих американских медицинских укладок к месту старта в России.
- Наличие на борту и российских и американской медицинских укладок обусловило необходимость концепции запасной медицинской укладки, которая должна использоваться как "центральный запас".
- Настоящий диалог значительно расширил знания и опыт специалистов-медиков НАСА в отношении ожидаемого медицинского риска длительных космических полетов. Российская служба медицинских операций представила широкий перечень медицинских проблем, возникавших в программах "Салют" и "Мир", что помогло американской стороне в окончательной разработке медицинских укладок и в подготовке наземной службы обеспечения к работе на Фазе2.

9.10.6 Поведение и работоспособность

Оперативная психология и психиатрия получили свое развитие, когда российские и американские специалисты совместно обеспечивали состояние членов экипажей на орбитальной станции "Мир" и кораблях "Спейс-Шаттл". Широкий круг проблем поведения и работоспособности изучался в НАСА с целью обеспечения длительных полетов, в которых участвовали астронавты США. В частности:

- В структурах медицинских служб НАСА была установлена постоянная программа коррекции поведения и работоспособности. Перед этой службой была поставлена задача разработки и осуществления всех средств, необходимых для обеспечения психического здоровья, работоспособности и благополучия американского астронавта на станции "Мир", а также предусмотреть потребности членов экипажа МКС.
- Российские и американские службы психологической поддержки достигли взаимопонимания в методах и полетной культуре, была составлена американская программа психологической поддержки, которая продолжила ранее существовавшую российскую программу. Она включала:
  - двухстороннюю аудио- и видеосвязь между Центром им.Джонсона (НАСА), ЦПК им. Ю.А.Гагарина и станцией "Мир";
  - метод передачи на борт местных и национальных новостей из США через ЦУП;
  - индивидуальное собрание книг, музыкальных записей, компакт-дисков и видеозаписей для отдыха и релаксации;
  - систему электронной почты между станцией "Мир", с одной стороны, и домом и местом работы астронавта, с другой;
  - регулярную доставку личных посылок от семей, друзей и психологической службы на российском грузовом кораблей "Прогресс";
  - информационное, эмоциональное и вещественное обеспечение семей и близких астронавтов, находящихся на станции "Мир";
  - введение любительского радио как средства поддержки семей и членов экипажа;
  - процедуру обратной связи на основе компьютерных программы, введенную американской стороной в виде средства наблюдения за состоянием экипажа и его поддержки, а также для контроля эффективности мероприятий психологической поддержки и лучшего понимания влияния этих мер на психологический статус.
- Стороны обменялись информацией и оказали взаимную поддержку для облегчения социальной адаптации членов экипажа и понимания обеими сторонами каждого члена экипажа.
- Американская сторона разработала программу психологической подготовки для ознакомления с условиями полета, методами адаптации и психологических уроков прошлых полетов в России и США, а также с аналогичными работами в полярных, подводных и других удаленных, автономных ситуациях. Американская программа подготовки включала также обучение русской культуре.
- Американская сторона разработала компьютерное "Средство Оценки Познавательных Процессов в Космическом Полете" (SCAT), которое давало возможность астронавту оценивать самому свои познавательные функции. Это средство было признано необходимым ввиду особенностей условий обитания в

длительном космическом полете, где, возможно, действие токсических веществ, неблагоприятные последствия изменений газовой среды в замкнутом объеме и травмы головы.

- Специалисты по коррекции поведения и работоспособности (один из этих специалистов являлся врачом экипажа) имели непосредственный доступ к опыту наших российских коллег и опыту полета во всем, что касается:
  - предполетной подготовки и составления распорядка;
  - медицинского обеспечения и коррекции поведения членов экипажа в полете;
  - взаимодействия и работы наземных служб;
  - непосредственного повседневного взаимодействия с российской группой медицинского и психологического обеспечения;
  - реадаптации и составления распорядка деятельности после полета.

Российская система психологического обеспечения на орбитальном комплексе "Мир", использовавшаяся на Фазу 1 проекта "Мир-НАСА" представлена на схеме (см. рис. Приложение 4). Мероприятия психологической поддержки в период НАСА 1-7 представлены в таблице (Приложение 5).

9.10.7 Реадаптация после полета

Программа Фазы 1 дала американской стороне возможность пользоваться обширным опытом российской стороны в разработке программы послеполетной реадаптации. В целом эта программа очень эффективно способствовала вернувшимся членам экипажа продолжать активную жизнь в условиях нормальной земной гравитации. В то время, как все американские астронавты, летавшие на станции "Мир", возвращались на Землю на Шаттлах, российские врачи экипажа присутствовали на месте приземления после каждого полета Шаттл/Мир. Благодаря взаимодействию российских и американских специалистов по физическим тренировкам во время реализации Фазы 1, в программу реабилитационных мероприятий для экипажей МКС внесены соответствующие коррективы на этапе после их возвращения на Землю. Примеры важнейших уроков нашей совместной работы:

- факт, что программа обязательных физических тренировок до и во время полета крайне важна для сохранения физической формы в полете, и в то же время это влияет на скорость и полноценность полной реадаптации к земным условиях после полета;
- использование нагрузок в водной среде как щадящего, безопасного метода восстановления мышц, костей и связок для возвращения к интенсивной деятельности на Земле;
- важное значение продолжительного времени, проводимого членами экипажа с семьей в отрыве от работы перед назначением на другой полет.

9.11 Краткое изложение достижений группы медицинского обеспечения

В целом, один из наиболее важных положительных результатов программы Фазы 1, который, впрочем, труднее всего измерить, это приобретение опыта взаимодействия наземных медицинских служб РКА и НАСА во время полета. Обе стороны в настоящее время более эффективно проводят двухсторонний и многосторонний (с участием международных партнеров по МКС) диалог, крайне важный для решения нештатных проблем на орбите. С помощью российских коллег и используя российский опыт,

американские специалисты по медицинским операциям многому научились при реализации Фазы 1 по подготовке и реагированию в реальном времени на возникающие сложные ситуации, более вероятные в длительных космических полетах.

- Другим важным итогом медицинского обеспечения совместных длительных полетов является сохранение здоровья и функциональных резервов членов основных экспедиций, что обеспечило как выполнение полетной программы, так и относительно благополучное течение реадаптационных процессов после окончания полетов.

- Задачи, возложенные на РГ-8 Фазы 1, на настоящий период выполнены; для завершения работ требуется провести совместное обсуждение и анализ клинико-физиологических аспектов выполненных работ. Представляется целесообразным максимально эффективно использовать опыт совместных работ по медицинскому обеспечению здоровья экипажей Фазы 1 для решения медицинских проблем развертывания и эксплуатации МКС.

Сроки и объем подготовки астронавтов НАСА

Таблица 9.1

Миссия. Астронавт (дублер)	Даты начала/ окончания работы на ОК "Мир"	Подготовка с российским экипажем (дублеры)	Сроки подготовки астронавтов (в группе/в экипаже)	Всего часов медико-биологической подготовки
НАСА-2 Шэннон Люсид (Джон Блаха)	⇑ STS-76 24.3.96 ⇓STS-79 26.9.96 г. (188 сут.)	"Мир-21" Онуфриенко, Усачев (Циблиев, Лазуткин)	03.01.95 - 24.06.95 26.06.95 - 26.02.96	273
НАСА-3 Джон Блаха (Джерри Линенджер)	⇑ STS-79 16.9.96 г. ⇓ STS-81 22.1.97 г. (129 сут.)	"Мир-22" Корзун, Калери (Манаков, Виноградов)	23.02.96-1.7.97\ 29.05.95 - 19.07.96 (4\14 месяцев)	337
НАСА-4 Джерри Линенджер (Майкл Фоэл)	⇑ STS-81 12.1.97 г. ⇓ STS-84 24.5.97 г. (132 сут.)	"Мир-23" Циблиев, Лазуткин (Мусабаев, Бударин)	23.9.96 - 6.12.96\ 29.11.95 - 20.12.96 (2,5\13 месяцев)	388
НАСА-5 Майкл Фоэл (Джеймс Восс)	⇑ STS-84 15.5.97 г. ⇓ STS-86 7.10.97 г. (145 сут.)	"Мир-24" Соловьев, Виноградов (Падалка, Авдеев)	13.1.97 - 9.4.97\ 4.3.96 - 30.4.97 (3\14 месяцев)	277
НАСА-6 Дэвид Вулф (Венди Лоренс)	⇑ STS-86 26.9.97 г. ⇓ STS-89 31.1.98 г. (128 сут.)		2.9.96-27.8.97\ 2.9.96-12.8.97 (12\11,5 месяцев)	410
НАСА-7 Эндрю Томас (Джеймс Восс)	⇑ STS-89 22.1.98 г. ⇓STS-91 11.6.98 г. (139 сут.)	"Мир-25" Мусабаев, Бударин (Афанасьев, Трещев)	16.1.97 - 5.12.97\ 8.9.97 - 5.12.97 (10,5\3 месяца)	402

Перечень и объем медицинского контроля за астронавтами НАСА (в часах)

Таблица 9.2

Миссия	ГМК	КФО	ЭМО	Занятия по само- и взаимопомощи	Тренировки
НАСА-2 (Люсид, Блаха)	6	32	3	2	8
НАСА-3 (Блаха, Линенджер)	4	16	0	2	-
НАСА-4 (Линенджер, Фоэл)	4	32	2	2	-
НАСА-5 (Фоэл, Восс)	4	32	2	2	-
НАСА-6 (Вулф, Лоренс)	4	32	3	6	-
НАСА-7 (Томас, Восс)	6	32	2	6	9

Перечень мероприятий и объем подготовки астронавтов к факторам космического полета (в часах)

Таблица 9.3

Миссия. Астронавт (дублер)	Теор. подготовка по ФКП	Водолазная физиология и медицина (лекция, зачет)	Подготовка к перегрузкам на ЦФ	Высотная подготовка и мед. Контроль ВКД (барокамера)
НАСА-2 Шэннон Люсид (Джон Блаха)	2	-	-	11
НАСА-3 Джон Блаха (Джерри Линенджер)	2			11
НАСА-4 Джерри Линенджер (Майкл Фоэл)	2	3	1	14
НАСА-5 Майкл Фоэл (Джеймс Восс)	2	3	1	23
НАСА-6 Дэвид Вулф (Венди Лоренс)	2	3	1	17
НАСА-7 Эндрю Томас (Джеймс Восс)	2	3	-	17

Подготовка по медико-биологическому разделу программы полета (в часах)

Таблица 9.4

Миссия, астронавт	Психологическая подготовка	Средства медицинского обеспечения	Подготовка по научной программе
НАСА-2 Шэннон Люсид	2	6	39
НАСА-3 Джон Блаха	8	21	101
НАСА-4 Джерри Линенджер	8	13	116
НАСА-5 Майкл Фоэл	2	4	65
НАСА-6 Дэвид Вулф	8	23	160
НАСА-7 Эндрю Томас	6	21	160

Техническая подготовка астронавтов НАСА (в часах)

Таблица 9.5

Миссия, астронавт	Штатная бортовая аппаратура медицинского контроля и профилактики	Оборудование научных экспериментов (НАСА)
НАСА-2 Шэннон Люсид	4	6
НАСА-3 Джон Блаха	4	18
НАСА-4 Джерри Линенджер	4	7
НАСА-5 Майкл Фоэл	4	3
НАСА-6 Дэвид Вулф	4	13
НАСА-7 Эндрю Томас	4	4

Физическая подготовка астронавтов (в часах)

Таблица 9.6

Миссия, астронавт	Общая физическая подготовка	Специальная физическая подготовка	Бортовые средства профилактики
НАСА-2 Шэннон Люсид	100	40	12
НАСА-3 Джон Блаха	102	40	8
НАСА-4 Джерри Линенджер	110	60	10
НАСА-5 Майкл Фоэл	80	40	12
НАСА-6 Дэвид Вулф	90	30	14
НАСА-7 Эндрю Томас	90	30	10

Приложение 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

по итогам медицинского обеспечения полетов совместных экипажей на ОС "Мир" по программе 1-й Фазы проекта "Мир-НАСА" (НАСА 1-7)

Программа	НАСА-1	НАСА-2		НАСА-3	НАСА-4	
Астронавт	Н. Тагард	Ш. Люсид		Д. Блаха	Д. Линенджер	
Экспедиция	ЭО-18 В. Дежуров Г. Стрекалов	ЭО-21 Ю. Онуфриенко Ю. Усачев	ЭО-22 В. Корзун А. Калери	ЭО-22 В. Корзун А. Калери	ЭО-22 В. Корзун А. Калери	ЭО-23 В. Циблиев А. Лазуткин
Врач экипажа от НАСА	М. Баррат Д. Уорд	Г. Джонсон		П. МакГиннис	Т. Маршберн	
Старт	14.03.95 Союз-ТМ-21	22.03.96 Атлантис		16.09.96 Атлантис	12.01.97 Атлантис	
Стыковка с ОК "МИР"	16.03.95	24.03.96		19.09.96	15.01.97	
Расстыковка С ОК "МИР"	4.07.95	24.09.96		19.01.97	21.05.97	
Спуск на Землю	7.07.95 Атлантис	26.09.96 Атлантис		22.01.97 Атлантис	24.05.97 Атлантис	
Общая длительность полета	115 сут. 08 час. 43 мин	188 сут. 04 часа		128 сут. 05 час. 28 мин	132 сут. 04 час.	
На ОК МИР	109 сут. 4 часа 25 мин	183 суток 23 часа		122 сут. 23 час. 01 мин	126 сут. 21 час. 09 мин	
Мед. контроль						
МК-1 (ЭКГ - в покое)	2	4		3	3	
МК-4 (ОДНТ проба)	1	2		1	-	
Тренировки с ОДНТ	2	-		-	-	
МК-5 (ДФН на ВБ-3)	1	3		2	2	
МК-6 (масса тела)	14	11		9	7	
МК-7 (объем голени)	3	9		8	6	
МК при ВКД	—	-		-	1•	

Продолжение

Программа	НАСА-5		НАСА-6	НАСА-7	
Астронавт	М. Фоэл		Д. Вулф	Э. Томас	
Экспедиция	ЭО-23 В. Циблиев А. Лазуткин	ЭО-24 А. Соловьев П. Виноградов	ЭО-24 А. Соловьев П. Виноградов	ЭО-24 А.Соловьев П. Виноградов	ЭО-25 Т. Мусабаев Н. Бударин
Врач экипажа от НАСА	Т. Таддео		К. Флинн	П.Мак Гиннис	
Старт	15.05.97 Атлантис		26.09.97 Атлантис	23.01.98 Эндевор	
Стыковка с ОК "МИР"	17.05.97		28.09.97	24.01.98	
Расстык. с ОК "МИР"	04.10.97		29.01.98	8.06.98	
Спуск на Землю	07.10.97 Атлантис		01.02.98 Эндевор	12.06.98 Дискавери	
Общая длительн. полета	144 сут 13 час 47 мин		127 сут 20 час 01 мин	140 сут 15 час12 мин	
На ОК МИР	139 сут 14 час 55 мин		123 сут 20 час 59 мин	134 сут 19 час 47 мин	
Мед. контроль					
МК-1 (ЭКГ в покое)	3		3	3	
МК-4 (ОДНТ-проба)	-		1	1	
Тренировки с ОДНТ	-		-	-	
МК-5 (ДФН на ВБ-3)	1		2	2	
МК-6 (Масса тела)	6		8	9	
МК-7 (Объем голени)	4		7	8	
МК при ВКД	1		1	-	

Вклад российской и американской сторон в медицинскую программу Фазы 1

Приложение 2

Параметр	Мед. контроль с российской стороны	Вклад американской стороны	Выполнение
СЕРДЕЧНО-ЛЕГОЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ			
Дефибриллятор/CMRS		Дефибриллятор/ Система креплений при медицинских процедурах (CMRS)	Мир 23/ НАСА 5
ЭКГ в покое	МК-1		Мир 18
ЭКГ на велоэргометре	МК-5		Мир 18
Гематокрит	МК-120	МО-9; Анализатор проб крови (PCBA) / венопункция	Мир 18
Монитор Холтера	МК-44-4		Мир 18
Отр. давл. на нижнюю половину тела (LBNP)	МК-4	MSD008; Манжета для автоматического измерения кровяного давления	Мир 18
ИССЛЕДОВАНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ			
Измерения шума		MSD084; Шумомер	Мир 25/ НАСА 7
Оценка качества воздуха	МК-40-5	МО-14/MSD007; Сорб. воздух. (SSAS) и контейнер для проб воздуха; формальдегидные мониторы	Мир 18
Микробиология воздуха / поверхности	МК-35	MSD022; Укладка пробоотборника для микробиологического анализа воздуха; укладка для сбора проб с поверхностей	Мир 18
Микробиологические исследования экипажа	МК-10	MSD021	Мир 18
Контроль уровня радиации в полете	Локальные дозиметры	МО-12/ MSD004; Тканеэквивалентный пропорциональный счетчик (TEPC); локальные дозиметры, индивидуальные дозиметры	Мир 18
Специальная оценка окружающей среды	Трубки Драгера	Анализатор продуктов сгорания; укладки для сбора проб этиленгликоля и окиси углерода в реальном времени	STS-84, Мир 23/ НАСА 5
Качество воды: химическая оценка, микробиологическая оценка		MSD022, MAD053; Укладка для исследования воды, замороженные пробы, микробиологические фильтры	Мир 18
МЕДИЦИНСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ			
Химический анализ крови	МК-12	МО-9; PCBA	Мир 18
Бортовой психологический опросник (CSST)	Анализ вопросов CSST	Программное обеспечение CSST	НАСА 3
Тест на познавательную способность в космическом полете (SCAT)		М0-6/ MSD085; Программное обеспечение SCAT	Мир 25/ НАСА 7
Фотографирование травм кожной поверхности		MSD076	Мир 23/ НАСА 4
Анализ мочи	МК-27, МК-28	МО-9 (Отдел медико-биологических исследований обеспечил возможность подготовки сухих проб мочи для химического анализа)	Мир 18
ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ			
Эргометрия рук	МК-8		НАСА 4
Измерение массы тела	МК-6		Мир 18
Оценка физической тренированности	МК-108-2	MSD077; Монитор ЧСС, манжета для автоматического измерения кровяного давления, велоэргометр	Мир 18

Приложение 3

Исследования по программе SMP. Мир-18/НАСА-1

ШИФР	НАЗВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ
MO-1	Приватные медицинские конференции	Переговоры астронавта с врачом НАСА про закрытой связи
MO-9	Физический осмотр	а) оценка самочувствия (российская ф-ма 020) б) химический анализ крови с использованием АПК (PSBA)
MO-10	Анализ проб урины	Биохимический анализ крови с использованием индикаторных полосок
MO-11	Загрузка данных уровня радиации с ТЕРС	1 раз в месяц - данные ТЕРС сбрасываются на жесткий диск МИПС - данные обрабатываются и создается небольшой файл для передачи на Землю по ТМ - данные переносятся также на оптические диски 1 раз в неделю - данные с дисплея ТЕРС сообщаются в с\с
MO-12	Мониторинг уровня радиации	- Личный дозиметр носится астронавтов от старта до посадки. - 18 пассивных дозиметров устанавливаются на панелях в модулях станции. (Замена дозиметров проводится во время смены экспедиций НАСА)
MO-14	Аномалии в окружающей среде, оказывающие воздействие на здоровье	Отбор проб воздуха для определения уровня формальдегида в - персональные (на одежде астронавта - 12 часов) и - локальные (на панели станции- 24 часа) пробоотборники.
MO-8	Регистрация приемов препаратов дополнительной медицинской укладки ОС Мир (MSMK)	При использовании средств из мед укладки проводится считывание штрих. кода с помощью регистратора
MO-2	Сброс данных общего использования дополнительной медицинской укладки ОС Мир (MSMK) со считывателя штрих. кодов.	- Загрузка данных регистратора штрих. кодов по использованию мед. укладок в МИПС - перезапись на оптические диски - сброс данных по ТМ.
MO-6 (CSST)	Система слежения за состоянием экипажа и поддержки С этапа НАСА-5 название изменено: Оценка психологического состояния членов экипажа и эффективность мероприятий по психологической поддержке	Заполнение опросника на компьютере
MSD053 (WATER)	Анализ архивных проб воды	Сбор проб конденсата (в российские пробоотборники) Сбор проб питьевой воды на ОС Мир.

ШИФР	НАЗВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ
MSD021 (экипаж)	Микробиологическая оценка членов экипажа	Сбор проб у экипажа. Отбираются мазки с различных частей тела (кожа и слизистые). Мазки замораживаются в микробиологической среде.
MSD021 (MICRO)	Микробиологическая оценка среды ОС Мир	- Отбор проб воды, воздуха и с поверхностей для полетного микробиологического анализа - подсчет колоний через 2 и 5 дней (иногда фото- или видеосъемка) - сообщение результатов подсчетов (начиная с НАСА-5)
MSD021 SSAS\GSC	Токсикологическая оценка летучих органических соединений в атмосфере	Отбор проб воздуха - в твердосорбентный пробозаборник SSAS (24 часа) и - контейнер одноразовых проб Grab (GSC)
Defib	Дефибриллятор и система медицинской фиксации на ОС Мир	проверка дефибриллятора проверка CMRS
MSD011	Оценка рационов питания	- заполнение опросника о частоте приема пищи - сброс данных опросника по ТМ - измерение массы тела (в рамках МК-6)
MSD008	Тестирование ортостатической устойчивости в полете	Во время российской пробы с ОДНТ астронавт использует монитор АВРМ; в журнале регистрации SMP записываются ЧСС, АД, давление в Чибисе приблизительно каждую минуту.
MSD008	Оценка физической работоспособности	- регистрация выполнения ФУ в журнале после выполнения каждого занятия - мониторинг ЧСС во время ФУ с помощью регистратора ЧСС (HRM) - загрузка данных монитора ЧСС в МИПС каждую неделю тест с дозированной нагрузкой на ВЭ
	Специальная оценка окружающей среды на ОС Мир	- Сбор проб конденсата (в американские пробоотборн) - Снятие показаний анализатора CPA - При НС - Пробы воздуха на этиленгликоль - При НС - Сбор свободной воды
MSD084 (MAD)	Измерение акустического шума на ОС Мир	24-часовые акустические измерения в модулях ОС Мир и членами экипажа
MSD071	Использование монитора Холтера в полете	Суточный мониторинг
MSD085	Нейрокогнитивная оценка	Заполнение короткой версии программного обеспечения SCAT на МИПС

Исследования по программе SMP. Мир-21/НАСА-2

Приложение 4

Название обследования	Планировалось	Проведено	Примечания
МО-1 Приватные медицинские конференции	ежедневно первые 7 дней, затем еженедельно.	ежедневно первые 7 дней, затем еженедельно. + дополнительная ПМК*	* По запросу врача НАСА, в связи с проведением экс-та ИММУНИТЕТ
МО-9 Физический осмотр	химический анализ крови с использованием АПК (PSBA) ежемесячно (30,60,90,120 сутки) или по медицинским показаниям.	18.04.98г не проведено* 8.05.96** 19.06.96.***	* Не найден АПК ** Использовался АПК-BTS *** Картриджи АПК хранились не в холодильнике, в связи с чем получены некорректные данные и дальнейшие исследования отменены.
МО-10 Анализ проб урины	1 раз в месяц	9.04, 5.05, 5.06, 2.07, 2.08.961-. Ежемесячно до августа (совместно с МК-27), в дальнейшем не проводился*	* По рекомендации врача НАСА, т.к. результаты МО-10 в точности соответствовали результатам МК-27.
МО-113агрузка данных уровня радиации с ТЕРС	раз в 2 недели	проводился 1 раз в месяц.* 2.,16.04,14.05,18.06,23.07, 27.08.96.	* по рекомендации КГ-НАСА
М012 Мониторинг уровня радиации	Непрерывный мониторинг.	Непрерывный мониторинг 31.03.-25.09.96.	Выполнено
МО-14 Аномалии в окружающей среде, оказывающие воздействие на здоровье	ежемесячно.	ежемесячно 30.04-1.05,20-21.05,19-20.06, 27-28.06,17-18.07,	Выполнено
МО-8 Регистрация приемов препаратов дополнительной медицинской укладки ОС Мир (MSMK)	Выполняется в случае необходимости.	проводилась альтернативным методом - запись в журнале регистрации MSMK.	Выполнено
МО-2 Сброс данных общего использования дополнительной медицинской укладки ОС Мир (MSMK) со считывателя штрих. кодов.	один раз в 2 недели.	Работы не проводились	Сброс данных на Землю через МИПС был невозможен: не был найден кабель необходимый для перекачки на МИПС информации со считывателя штрих. кодов.

Исследования по программе SMP. Мир-22/НАСА-3

Приложение 5

Название обследования	Планировалось	Проведено	Примечания
МО-1 Приватные медицинские конференции	ежедневно первые 7 дней, затем еженедельно.	ежедневно первые 7 дней, затем еженедельно.	Выполнено
МО-9 Физический осмотр	ежемесячно или по медицинским показаниям.	ежемесячно 14.10., 19.11., 13.12.96г.	Выполнено
МО-10 Анализ проб урины	ежемесячно	ежемесячно - в начале полета (совместно с МК-27) 10.10., 11.11.96г. в дальнейшем не проводился*	*По рекомендации врача НАСА, т.к. результаты МО-10 в точности соответствовали результатам МК-27.
МО-113агрузка данных уровня радиации с ТЕРС	загрузка в МИПС - ежемесячно сообщение данных с дисплея - еженедельно	Загрузка: 3-4.10.; 21- 22.10.; 20-21.11.96г. 10.01.-11.01.97г. сообщение данных с дисплея - еженедельно	Выполнено
М012 Мониторинг уровня радиации	Непрерывный мониторинг.	Непрерывный мониторинг 25.09.96-16.01.97г	Выполнено
МО-14 Аномалии в окружающей среде, оказывающие воздействие на здоровье	ежемесячно.	ежемесячно 26-27.09;7-8.10; 15-16.11.; 15-16.12.96г.: 7-8.01.97г.	Выполнено
МО-8 Регистрация приемов препаратов дополнительной медицинской укладки ОС Мир (MSMK)	Выполняется в случае необходимости.	Выполнялась в случае необходимости.	
МО-2 Сброс данных общего использования дополнительной медицинской укладки ОС Мир (MSMK) со считывателя штрих. кодов.	один раз в месяц или по мед. показаниям	4.10.96 15.11.96 16.12.96*	* Во всех сбросах получены некорректные данные
МО-6 Система слежения за состоянием экипажа и поддержки (CSST)	еженедельно	еженедельно	Выполнено

Исследования по программе SMP. Мир-23/НАСА-4

Приложение 6

Название обследования	Планировалось	Проведено	Примечания
МО-1 Приватные медицинские конференции	ежедневно первые 7 дней, затем еженедельно.	ежедневно первые 7 дней, Первый месяц - еженедельно, В дальнейшем не проводились*	*Астронавт отказался от проведения ПМК, запланированное время использовалось для переговоров со специалистами и пакетной связи.
МО-9 Физический осмотр	ежемесячно или по медицинским показаниям.	6.02.97 - получены некорректные данные. В дальнейшем не проводились	Программное обеспечение в АПК несовместимо с доставленными на борт картриджами
МО-10 Анализ проб урины	ежемесячно	обследование не проводилось	По рекомендации врача-НАСА. Астронавт выполнял МК-27
МО-11 Загрузка данных уровня радиации с ТЕРС	- загрузка в МИПС - ежемесячно - сообщение данных с дисплея - еженедельно	Загрузка 1 раз в месяц: 13-14.02., 19-20.03., 17-18.04., 14-15.05.97Г. голосовой сброс- еженедельно	Выполнено
М012 Мониторинг уровня радиации	Непрерывный мониторинг.	Непрерывный мониторинг 16.01.97г-19.05.97г.	Выполнено
МО-14 Аномалии в окружающей среде, оказывающие воздействие на здоровье	ежемесячно.	ежемесячно 23-24.01:20-21.02:* 16-17.04, 12-13.05.97Г. Дополнительно - 23.02.97г	В марте исследование не проводилось, т.к. во время пожара на ОС Мир 23.02.97г. были израсходованы все формальдегидные мониторы. Работы продолжены после доставки нового оборудования на ТКГ
МО-8 Регистрация приемов препаратов дополнительной медицинской укладки ОС Мир (MSMK)	Выполняется в случае необходимости.	Выполнялась в случае необходимости.	
МО-2 Установка модифицированного программного обеспечения BDL		23.01.97г	Выполнено

Название обследования	Планировалось	Проведено	Примечания
МО-2 Загрузка и сброс данных общего использования дополнительной медицинской укладки ОС Мир (MSMK)с регистратора штрих. кодов.	один раз в месяц или по мед. показаниям	14.02., 25.03.97г*	В обоих файлах содержались некорректные данные. Дальнейшие работы отменены.
МО-6 Система слежения за состоянием экипажа и поддержки (CSST)	еженедельно	еженедельно	Выполнено
Анализ архивных проб воды	Сбор проб конденсата -2 сессии Сбор проб воды до и после замены БКО, в период полета в связке (3 сессии)	Сбор конденсата - 3 сессии: 1-4.02., 13-16.05., 16-19.05.97г Сбор проб воды - 3 сессии: 18.01.,30.01.,5.05.97г.	Выполнено
MSD021 Микробиологическая оценка членов экипажа	1 раз в месяц у астронавта НАСА	3 сессии у астронавта НАСА: 30.01., 5.03., 5.05.97г* По 1 сессии у экипажа Мир-23	* В апреле не проводилось, т.к. 2 укладки были израсходованы ошибочно во время первой сессии (были взяты пробы у космонавтов)
MSD021 Микробиологическая оценка среды ОС Мир	1 раз в месяц сбор проб воздуха и с поверхностей	1 раз в месяц 18.01.,30.01,5.03,1.04,5.05.97г.	Выполнено
MSD021 Токсикологическая оценка летучих органических соединений в атмосфере	Отбор проб в SSAS - 5 сессий Отбор проб в GSC - 4 сессии	Отбор проб в SSAS: 21-22.01,12-13.02, (23-24.02.97*), в дальнейшем не проводилось* Отбор проб в GSC: 21.01., 12.02., (23-24.02.*), 16.04., 12.05.97	23-24.02.97г. в связи с нештатной ситуацией на борту ОК МИР БИ-НАСА по собственной инициативе использовал все SSAS, GSC с целью оценить динамику состояния атмосферы станции. Дополнительные пробоотборники (только GSC) были доставлены на ТКГ, после чего исследования были продолжены.

Исследования по программе SMP. Мир-23/НАСА-5

Приложение 7

Название обследования	Планировалось	Проведено	Примечания
МО-1 Приватные медицинские конференции	ежедневно первые 7 дней, затем еженедельно.	ежедневно первые 7 дней, В дальнейшем - еженедельно.	Выполнено
МО-9 Физический осмотр	ежемесячно или по медицинским показаниям.	13.06.97г.	* Выполнено
МО-10 Анализ проб урины	ежемесячно	обследование не проводилось	По рекомендации врача-НАСА. Астронавт выполнял МК-27
МО-11 Загрузка данных уровня радиации с ТЕРС	загрузка в МИПС - ежемесячно сообщение данных с дисплея - еженедельно	Загрузка: 8-9.06.97г. голосовой сброс- еженедельно	* Выполнено
М012 Мониторинг уровня радиации	Непрерывный мониторинг.	Непрерывный мониторинг 19.05.97-3.10.97.	* 12 дозиметров из 18-ти. Т.к. 6 дозиметров остались в СПЕКТРе
МО-14 Аномалии в окружающей среде, оказывающие воздействие на здоровье	5 сессий	2 сессии 29-30.05., 18-19.06.97.	* Выполнено
МО-8 Регистрация приемов препаратов дополнительной медицинской укладки ОС Мир (MSMK)	Выполняется в случае необходимости.		*
МО-2 Загрузка и сброс данных общего использования дополнительной медицинской укладки ОС Мир (MSMK) с регистратора штрих. кодов.	один раз в месяц или по мед. показаниям		* Выполнено
МО-6 Оценка психологического состояния членов экипажа и эффективность мероприятий по психологической поддержке (CSST)	еженедельно	еженедельно до августа**	**В дальнейшем не проводилось по желанию астронавта
Анализ архивных проб воды	Сбор проб конденсата -2 сессии - Сбор проб воды в период полета в связке, до и после замены БКО (3 сессии)	- Сбор конденсата - 2 сессии: 20.05.97г** 4-7.08.97г - Сбор проб воды - 1 сессия во время полета в связке 19.05.97г	* ** Из 2-х ЕДВ взяты пробы КАВ, который был собран во время утечек этиленгликоля

(продолж.)

Название обследования	Планировалось	Проведено	Примечания
MSD021 Микробиологическая оценка членив экипажа	1 раз в месяц у астронавта НАСА и космонавтов	По 1 сессии у всех членов экипажа 2.06.97г	*
MSD021 Микробиологическая оценка среды ОС Мир	1 раз в месяц	2 сессии 18.05.,28.05.(поверхность). 2.06.97г (воздух)	*
MSD021 Токсикологическая оценка летучих органических соединений в атмосфере	Отбор проб в SSAS - 5 сессий Отбор проб в GSC - 4 сессии	Отбор проб в SSAS - 2 сессии: 29-30.05.18-19.06.97Г. Отбор проб в GSC - 1 сессия: 18.06.97Г.	*
Дефибриллятор и система медицинской фиксации на ОС Мир	проверка дефибриллятора -1 раз в 45 дней проверка CMRS - 1 раз	проверка дефибриллятора - 24.05., 5.08.97. проверка CMRS - 3.06.97г	
Снятие показаны СРА	Каждые 5 дней	Каждые 5 дней с перерывом с 3 по 24.07.97г**	** В связи с ограниченным зарядом батарей
Пробы воздуха на этиленгликоль	При необходимости	9,16, 23, 30.06., 24, 30.07., 4, 23.08, 1.09.97 - 9 сессий **	** В связи с проливами этиленгликоля

*Исследования были прекращены, т.к. после аварии на модуле СПЕКТР часть оборудования стала недоступна.

Исследования по программе SMP. Мир-24/НАСА-6

Приложение 8

Название обследования	Планировалось	Проведено	Примечания
МО-1 Приватные медицинские конференции	ежедневно первые 7 дней, затем еженедельно.	ежедневно первые 7 дней, В дальнейшем - еженедельно,	Выполнено
МО-9 Физический осмотр	ежемесячно или по медицинским показаниям.	(13.11., 21.12.97.)*	* Отчет о самочувствии по ф-ме 020. Анализ крови с АПК не проводился, т.к. картриджи хранились в БХ-2, где т-ра превышала +8 °С.
МО-11 Загрузка данных уровня радиации с ТЕРС	загрузка в МИПС - ежемесячно сообщение данных с дисплея - еженедельно	Загрузка - 1 раз в месяц: 9-10.10.,13-14.11.,22-23.12., + 30.12.97.*, 21-22.01.98 голосовой сброс- еженедельно	Замена ТЕРС - 30.09.97г. * В связи с переносом ТЕРС обратно в модуль ПРИРОДА. С 23 по 30.12.97 находился в модуле КРИСТАЛЛ
М012 Мониторинг уровня радиации	Непрерывный мониторинг.	Непрерывный мониторинг 3.10.97г-27.01.98г	Выполнено
МО-14 Аномалии в окружающей среде, оказывающие воздействие на здоровье	5 сессий	5 сессий 13-14.10., 30-31.10., 20-21.11., 18-19.12., 12-13.01.97	Выполнено
МО-6 Оценка психологического состояния членов экипажа и эффективность мероприятий по психологической поддержке (CSST)	еженедельно	еженедельно до 3.01.98*	*В дальнейшем не проводилось - пожелание астронавта
Анализ архивных проб воды	2 сессии- Сбор проб конденсата (в российские пробоотборники) 1 сессия - Сбор проб воды в период полета в связке	Сбор конденсата - 3 сессии: 13-17.11.97,16-19,25-28.01.98 Сбор проб воды - 1 сессия во время полета в связке 1.10.97	Выполнено
MSD021 Микробиологическая оценка среды ОС Мир	3 сессии сбора воды (до, после замены БКО, в конце полета) 4 сессии сбора проб воздуха и с поверхностей	сбор воды - 3 сессии: 17.11., 27.11.97,19.01.98 Пробы возд. и пов-ти -4 сессии 2.10., 22.10.,17.11.97,2.01.98	Выполнено

(продолж.)

Название обследования	Планировалось	Проведено	Примечания
MSD021 Токсикологическая оценка летучих органических соединений в атмосфере	Отбор проб в SSAS - 5 сессий Отбор проб в GSC - 5 сессии	Отбор проб в SSAS - 5 сессий: 13-14., 30-31.10. 20-21.11.,18-19.12.97, 12-13.01.98. Отбор проб в GSC - 6 сессий: 30.10., 20.11.,18.12., 21.12.97*. 12.01., 24.01.98.	* Дополнительно, в связи с утечкой фреона
Дефибриллятор и система медицинской фиксации на ОС Мир	проверка дефибриллятора -1 раз в 45 дней проверка CMRS - 1 раз	проверка дефибриллятора -10.10.97, 22.01.98. проверка CMRS- 22.01.98г	Выполнено
MSD011 Оценка рационов питания	Еженедельно	Еженедельно	Выполнено
MSD008 Тестирование ортостатической устойчивости в полете	2 раза в полете (во время российской пробы с ОДНТ - МК-4)	1 раз в полете (25.12.98)*	* Проведен МК-4, астронавт не нашел оборудование для выполнения американского протокола АВРМ
MSD008 Оценка физической работоспособности	- Ежедневно - регистрация выполнения ФУ и мониторинг ЧСС во время ФУ - 1 раз в неделю - загрузка данных монитора ЧСС - 1 раз в месяц - тест с дозированной нагрузкой на ВЭ	- Регистрация выполнения ФУ и мониторинг ЧСС во время ФУ- ежедневно с 4.10.97 (7-ые сутки) - Загрузка данных монитора ЧСС - еженедельно Тест с дозированной нагрузкой на ВЭ 9.10.. 2.12.97, 23.01.98*	* В ноябре не проведен из-за отсутствия средств ТМ (требование ГМО)
Специальная оценка окружающей среды на ОС Мир	-4 сессии - Сбор проб конденсата (в американские пробоотборн) - 1 раз 5 дней -Снятие показаний СРА. При НС - Пробы воздуха на этилен гликоль. При НС - Сбор свободной воды	Сбор конденсата - 3 сессии: 27-28.11.97,17-19,26-28.01.98 СРА - Каждые 5 дней - 4.12.98* - 19.01.98	По запросу ИМБП, в связи с проводящимися работами с КОБ.

Исследования по программе SMP. Мир-25/НАСА-7

Приложение 9

Название обследования	Планировалось	Проведено	Примечания
МО-1 Приватные медицинские конференции	ежедневно первые 7 дней, затем еженедельно.	ежедневно первые 7 дней, В дальнейшем - еженедельно,	Выполнено
МО-9 Физический осмотр	ежемесячно или по медицинским показаниям.	Ежемесячно 23.02, 12.03, 24.04, 26.05.98	Выполнено
МО-11 Загрузка данных уровня радиации с ТЕРС	загрузка в МИПС - ежемесячно сообщение данных с дисплея - еженедельно	Ежемесячно: 10-11.02, 12-13.03, 23-24.04, 13-14.05, 28-29.05.98 голосовой сброс-еженедельно	Выполнено
М012 Мониторинг уровня радиации	Непрерывный мониторинг.	Непрерывный мониторинг с 27.01.98	Выполнено по плану
МО-14 Аномалии в окружающей среде, оказывающие воздействие на здоровье	5 сессий	5 сессий: 5-6.02, 6-7.03, 27-28.03, 28-29.04, 25-26.05	Выполнено
МО-6 Оценка психологического состояния членов экипажа и эффективность мероприятий по психологической поддержке (CSST)	еженедельно	еженедельно	Выполнено
Анализ архивных проб воды	2 сессии- Сбор проб конденсата (в российские пробоотборники) 1 сессия - Сбор проб воды в период полета в связке	Сбор конденсата - 3 сессии: 26.04.,8.05.,3-7.06.98г Сбор проб воды - 2 сессии во время полета в связке 26.01., 7.06.98*	* СТС-89 и СТС-91
MSD021 Микробиологическая оценка среды ОС Мир	3 сессии сбора воды (до, после замены БКО, в конце полета) 5 сессии сбора проб воздуха и с поверхностей	сбор воды - 3 сессии: 9.04; 23.04.: 21.05.98 Пробы воздуха и поверхностей - 5 сессий 26.01,5.03;9.04: 20.05, 5.06.98.	Выполнено
MSD021 Токсикологическая оценка летучих органических соединений в атмосфере	Отбор проб в SSAS - 5 сессий Отбор проб в GSC - 5 сессии	Отбор проб в SSAS - 5 сессий: 5-6.02, 6-7.03, 27-28.03, 28-29.04, 25-26.05.98. Отбор проб в GSC - 7 сессий: 28.02.* 6.03, 27.03,29.04, 25.05,29.05.,* 4.06.98	* Дополнительно по рекомендации КГ

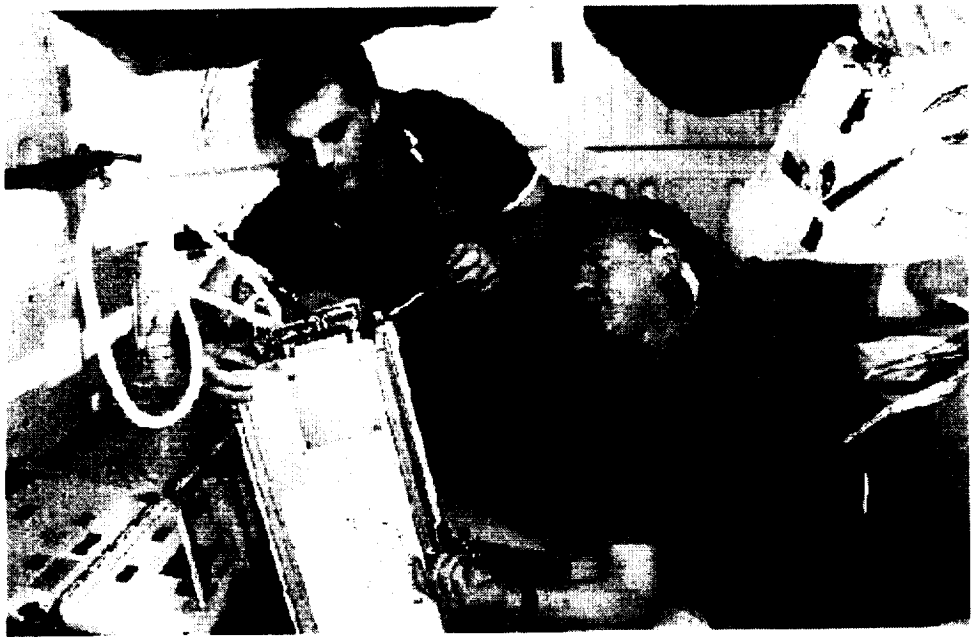
(продолж.)

Название обследования	Планировалось	Проведено	Примечания
Дефибриллятор и система медицинской фиксации на ОС Мир	проверка дефибриллятора 1 раз в 45 дней проверка CMRS - 1 раз	проверка дефибриллятора 6.02., 18.03., 30.04.981 проверка CMRS - 24.02.98?	Выполнено
MSD011 Оценка рационов питания	Еженедельно	Еженедельно	Выполнено
MSD008 Тестирование ортостатической устойчивости в полете	2 раза в полете (во время российской пробы МК-4, ОДНТ)	1 раз в полете 27.05.98	Выполнено
MSD008 Оценка физической работоспособности	- Ежедневно - регистрация выполнения ФУ и мониторинг ЧСС во время ФУ - 1 раз в неделю - загрузка данных монитора ЧСС - 1 раз в месяц - тест с дозированной нагрузкой на ВЭ	- Регистрация выполнения ФУ и мониторинг ЧСС во время ФУ- ежедневно с 31.01.98 (7е сутки) - Загрузка данных монитора ЧСС - еженедельно Тест с дозированной нагрузкой на ВЭ 25.02., * 18.05.98:	* В марте и апреле не проводились по рекомендации врача НАСА, в связи с большим количеством нагрузочных проб по программе российского мед. контроля.
Специальная оценка окружающей среды на ОС Мир	-2 сессии - Сбор проб конденсата (в американские пробоотборники) - 1 раз 5 дней -Снятие показаний СРА. При НС - Пробы воздуха на этиленгликоль. При НС - Сбор свободной воды	Сбор конденсата - 3 сессии: 27.04.,8.05.,3-7.06.98 СРА - Каждые 5 дней 24.02.98г*	* В ТГК, по рекомендации ИМБП
MSD084 Измерение акустического шума на ОС Мир	- В модулях - по 2 сессии в каждом модуле (12 сессий) - Членами экипажа - по 2 сессии каждым членом экипажа	2-3, 3-4, 4-5, 9-10, 23-24, 27-28.02: 6-7,9-10,12-13,16-17, 20-21, 26-27.03: 31.03-1.04, 8-9, 13-14, 21-22, 27-28.04.: 5-6, 13-14.19-20.05.98	* Космонавты исследование не проводили
MSD071 Использование монитора Холтера в полете	1 раз в месяц	23-24.02, 24-25.04., 26-27.05.98.	
MSD085 Нейрокогнитивная оценка	1 раз в месяц	25.03., 25.04.98	

Приложение 10

СПРАВКА
по психологическому обеспечению полетов американских астронавтов на ОК "МИР"
Программа МИР-НАСА

Экспедиции	Мероприятия по психологической поддержке								Контроль	
	Посылки, сюрприз. пакеты	Встречи с близкими и родными		ТВ и радио встречи с гостями	Пакетная и радио-любител. связь	Информац. развлекател радио-программа	Трансляц новостей (ежеднев)	Переговоры с КП (ежеднев)	нервно-психическ. состояния (ежеднев)	режима труда и отдыха (ежеднев)
		ТВ-сеансы	ТЛФ-сеансы							
НАСА-1 Н. Тагард	1	3	5	3		5	+	+	+	+
НАСА-2 Ш. Люсид	3	8	17	13	+	8	+	+	+	+
НАСА-3 Д. Блаха	2	5	10	7	+	7	+	+	+	+
НАСА-4 Линенджер	1	3	14	5	+	6	+	+	+	+
НАСА-5 М. Фоэл	2	2	14	12	+	28	24	+	+	+
НАСА-6 Д. Вулф	1	6	13	9	+	19	24	+	+	+
НАСА-7 Э. Томас	1	5	9	13	+	7	+	+	+	+



Передача дел астронавтом НАСА 6
Дэвидом Вулфом астронавту НАСА 7 Энди Томасу

Раздел 10 - Работа российско-американских экипажей на станции

Авторы:

Александр Павлович Александров, Сопредседатель рабочей группы по обмену и подготовке экипажей
Юрий Николаевич Глазков, Заместитель начальника ЦПК

Уильям Ч. Браун, Сопредседатель рабочей группы по обмену и подготовке экипажей
Джеффри Карденас, Сопредседатель рабочей группы по операциям и интеграции на ОС Мир

10.1 Введение

Стыковкой корабля Шаттл СТС-76 24 марта 1996 года началась серия непрерывного пребывания и работы астронавтов НАСА на ОК "Мир". С этого момента на борту ОК "Мир" работали международные экипажи, каждый из которых состоял из двух российских космонавтов и одного американского астронавта.

Одна из особенностей программы Мир/НАСА была связана со схемой ротации (смены) астронавтов на ОК "Мир". Ротация астронавтов осуществлялась с помощью кораблей Шаттл, стыкуемых к СО ОК "Мир". Ш. Люсид - астронавт миссии НАСА-2, выполнившая первый длительный полет по программе "МИР-НАСА", была доставлена на ОК "Мир" 24 марта 1996 года к работающему на комплексе экипажу ЭО-21. В дальнейшем было проведено еще пять успешных миссий (Мир/НАСА-3, НАСА-4, НАСА-5, НАСА-6, НАСА-7). Для осуществления американо-российских транспортных операций в течение этого времени было проведено семь стыковок Шаттлов к ОК "Мир". Программа пребывания астронавтов НАСА на ОК "Мир" завершилась 8 июня 1998 года после расстыковки ОК "Мир" и Шаттла СТС-91. Всего в соответствии с программами МИР-ШАТТЛ, МИР-НАСА участие в длительных полетах на ОК "Мир" приняли 7 астронавтов НАСА-1 – НАСА-7, из них трое - в качестве космонавтов-исследователей, 4 астронавта – в качестве бортинженера 2 ОК "Мир". Американские астронавты работали на борту совместно с российскими космонавтами шести основных экспедиций ЭО-18, ЭО-21, ЭО-22, ЭО-23, ЭО-24 и ЭО-25.

10.2.Совместная деятельность экипажей ОК "Мир" и кораблей Шаттл

Совместная деятельность астронавтов и космонавтов в полетах определялась программой полетов ОК "Мир", транспортных кораблей Союз-ТМ, Прогресс-М, ОК Шаттл, документами разработанными рабочей группой РГ-5 и другими группами, результаты деятельности которых представлены в соответствующих разделах отчета.

Совместная деятельность экипажей начиналась с момента установки связи между ОК "Мир" и кораблем Шаттл (приблизительно за три часа до стыковки). С этого момента экипажи работали по единой бортовой документации, включающей в себя совместную циклограмму и совместные полетные процедуры.

Во время состыкованного состояния кораблей Шаттл с ОК "Мир" осуществлялась обширная программа совместных работ, включающая в себя:

- смену ложементов и личного оборудования астронавтов в корабле Союз;
- перенос российских и американских грузов с Шаттла на "Мир" с целью дооснащения и ремонта бортовых систем и оборудования для научных исследований, снабжения экипажа пищей и водой;
- перенос российских, американских и грузов ЕКА со станции на Шаттл для последующего возвращения на Землю;
- выполнение целого ряда экспериментов, направленных на уменьшение рисков создания МКС;
- проведение совместных пресс-конференций и другой символической деятельности;
- совместное планирование деятельности экипажей на комплексе "Мир" - Шаттл.

После расстыковки осуществлялись облеты станции Шаттлами и проводилась фото- и видеосъемка внешней поверхности ОК "Мир", в том числе, во время полетов СТС-86, -89, 91, с целью обнаружения места негерметичности модуля Спектр.

10.3 Передача смены между астронавтами НАСА

Во время совместного полета "Мир" - Шаттл осуществлялась передача смены астронавтом, завершающим полет, астронавту, прибывшему на комплекс. В своих послеполетных отчетах астронавты НАСА отмечали, что передача смены является очень важным процессом, правильная организация которого может повысить успех выполнения всей программы полета. С целью обеспечения скорейшей адаптации астронавта, прибывшего на комплекс, целесообразно унифицировать (сделать единой для всех астронавтов) процедуру "пересменки", включив в нее следующие мероприятия:

- корректировка бортовой документации в соответствии с реальным состоянием научной аппаратуры;
- психологическая поддержка прибывшего на комплекс астронавта (прежде всего оказание помощи в психологической настройке на длительный полет);
- оказание помощи при ведении радиолюбительской связи;
- подготовка научной аппаратуры и оборудования к передаче (четкое размещение научной аппаратуры по определенным местам хранения, маркировка оборудования и "локеров");
- заполнение книги учета оборудования и электронной версии "инвентаризации" с учетом реального состояния и размещения научной аппаратуры и оборудования;
- инструктирование прибывшего астронавта по следующим вопросам:
  * обеспечение безопасности экипажа;
  * размещение научной аппаратуры и оборудования;
  * изменения, происшедшие за время полета в научной аппаратуре и алгоритме деятельности астронавта по эксплуатации и техническому обслуживанию научной аппаратуры;
  * демонстрация проведения отдельных научных экспериментов и процедур приведения научной аппаратуры в исходное состояние;
  * информирование и демонстрация проведения бытовых процедур и технического обслуживания бортовых систем комплекса в соответствии с функциями, возложенными на астронавта.

Как показал опыт, выполнение этих мероприятий позволяет астронавту, прибывшему на комплекс, на четвертые - пятые сутки полета частично адаптироваться по этим вопросам и приступить к самостоятельной работе. Полная адаптация наступала приблизительно через три недели работы на комплексе.

При планировании времени передачи смены необходимо было учитывать, что американскому астронавту сложнее выполнить ее качественно, т. к. в отличие от российского экипажа, где передачу смены осуществляет командир и бортинженер, ему нужно это сделать одному.

В первых полетах по программе Мир/НАСА астронавтами отмечался недостаток времени, выделяемого на передачу смены. В дальнейшем, ситуация с планированием значительно улучшилась, однако все свободное время астронавты посвящали "пересменке".

10.4 Достижения

В ходе выполнения программы МИР/НАСА во время работы астронавтов на борту ОК "Мир" решались следующие основные задачи:

- приобретение опыта длительной работы астронавтов на борту космической станции;
- проведение научных исследований и экспериментов в различных направлениях деятельности;
- отработка взаимодействия между партнерами по совместной космической программе.

10.5 Цели

Основными направлениями научной программы были:

- получение технического и методического опыта в проведении научных исследований в условиях орбитальной космической станции.
- изучение окружающей среды орбитального комплекса "Мир" относительно условий микрогравитации и проведение экспериментов по фундаментальной биологии, изучению микрогравитации, наблюдению Земли из космоса.
- проведение экспериментов, демонстрирующих выбранные технологии и оборудование, для утверждения проектов и процедур МКС.
- проведение медико-биологических исследований и экспериментов.

10.6 Сфера ответственности экипажа

Практически вся часть научных исследований и экспериментов выполнялась астронавтами НАСА. Участие российских космонавтов требовалось в случаях сопряжения оборудования НАСА с бортом ОК "Мир" и оказания необходимой помощи при выполнении экспериментов и в нештатных ситуациях.

Опыт показал, что реальная степень участия российских космонавтов оказалась больше, чем было определено в проектных документах, особенно при возникновении нештатных ситуаций при работе с научной аппаратурой и оборудованием.

Помимо исследовательских функций, астронавты НАСА оказывали помощь в эксплуатации отдельных систем комплекса, обеспечивали поддержку ВКД изнутри, участвовали совместно с российскими космонавтами в трех ВКД.

В круг задач астронавта НАСА – бортинженера 2 основной экспедиции входило:

- выполнение программы научных экспериментов и исследований;
- проведение инвентаризации оборудования по своей научной программе;
- выполнение передачи смены;
- участие в проведении разгрузочно-погрузочных работ;
- проведение санитарно-гигиенических мероприятий на борту ОК "Мир" (уборка, профилактические работы);
- обеспечение своей жизнедеятельности и поддержание работоспособности;
- ведение связи с ЦУП;
- проведение ТВ-репортажей и кино-, фотосъемок;
- эксплуатация систем жизнеобеспечения в штатных режимах;
- участие в проведении ремонтно-восстановительных работ;
- выполнение ВКД, если предусмотрено программой полета;
- выполнение отдельных действий внутри ОК "Мир" по поддержке ВКД;

- выполнение действий по ликвидации нештатной ситуации.

Некоторые астронавты НАСА в послеполетных отчетах отмечали, что во время космического полета не ощущали себя в полной мере бортинженером, так как в предписанном им плане работ были только научные эксперименты. По мнению астронавтов, они могли и должны были выполнять некоторые штатные функции бортинженера. Это позволило бы снизить нагрузку на российских космонавтов, приобрести опыт эксплуатации служебных систем ОК "Мир" американским астронавтам и совершенствовать систему взаимоотношений в экипаже. Для этого необходимо было определить конкретный перечень полетных процедур, которые будет выполнять американский астронавт, провести по ним хорошую подготовку на Земле и планировать в суточном плане работ.

Такими процедурами могли быть:

- включение, выключение системы "Электрон-В";
- штатная эксплуатация систем БМП и СОА "Воздух";
- прием радиограмм по пакетной связи, и т.д.

Этот перечень мог бы увеличиваться по мере приобретения опыта американскими астронавтами.

В связи с этим астронавты НАСА отмечают, что на заключительном этапе подготовки астронавта к выполнению космического полета необходимо увеличить число тренировок экипажа с участием астронавта по эксплуатации и техническому обслуживанию бортовых систем, в процессе которых командир экипажа может осуществить объективную оценку уровня профессиональной подготовки астронавта и поручать ему в полете выполнение функций по обслуживанию отдельных бортовых систем. В реальности астронавту приходилось в полете доказывать российским космонавтам свою профессиональную готовность выполнять функции по эксплуатации и техническому обслуживанию служебных бортовых систем комплекса.

10.7 Операции по ВКД

В процессе выполнения ВКД российскими космонавтами на астронавта НАСА возлагались функции поддержки их деятельности изнутри ОК "Мир". В число этих функций входили:

- выдача команд с пультов и аппаратуры "Символ";
- фото- и видеосъемка процесса "выхода" изнутри комплекса;
- работа со средствами радиосвязи.

Вследствие различных причин не все астронавты НАСА были одинаково подготовлены к поддержке ВКД. Поэтому потребовалась дополнительная подготовка с некоторыми из них (Ш. Люсид, Д. Вулф, Э. Томас) на борту.

Во время доподготовки астронавтов на борту отрабатывались следующие вопросы:

- порядок взаимодействия с космонавтами, работающими в открытом космосе (какие средства связи и в какой последовательности использовать);
- знание перечня выдаваемых астронавтом команд внутри станции (какие пульты использовать и порядок работы с этими пультами);
- нештатные ситуации и действия по их ликвидации совместно с другими членами экипажа.

В процессе выполнения программы Мир/НАСА астронавтами НАСА в составе российско-американских экипажей выполнено три "Выхода" в открытый космос на ОК "Мир". Данные по "Выходам" представлены в таблице 10.1.

Выходы в открытый космос с ОС Мир

Таблица 10.1

№	Экипаж выхода	Дата выхода	Продолж. выхода час	Основные цели выхода
1.	Циблиев В.В. Д. Линенджер (США) (ЭО-23)	28.04.97	4:58	Установка монитора оптических характеристик (ОРМ) на стыковочный отсек. Установка дозиметра Бентона на ПНО модуля Квант-2". Демонтаж научной аппаратуры PIE, MSRE с ШСО.
2.	Соловьев А.Я М. Фоэл (США) (ЭО-24)	06.09.97	6:00	Инспекция внешней поверхности разгерметизированного модуля "Спектр". Осмотр панели наружного холодильного радиатора (НХР). (Кронштейны крепления панелей НХР № 111, 113 поломаны, а № 110, 112 погнуты. В зоне вскрытия ЭВТИ очевидных повреждений не обнаружено). Замер с помощью специального щупа кольцевого зазора вокруг привода СБ-2. (Зазор неравномерен. Ближе к НГО щуп входит свободно, а со стороны СтА модуля не входит). Закрепление укладки с поручнями в зоне НА "Мирас" на НГО. Поворот ДСБ-4 и СБ-4. Демонтаж НА дозиметра Бентона с ПНО модуля "Квант-2".
3.	Соловьев А.Я. Д.Вулф (ЭО-24)	14-15.01.98	3:52	Выход из ПНО. Осмотр ВЛ, обнаружение риска от лапок замков). На внешней поверхности ПГО-1 проведение измерений прибором SPSR. В зоне ВЛ провести TV-репортаж о первом выходе Д. Вулфа. Закрытие ВЛ на основные и дополнительные замки. (ШСО не герметичен. Шлюзование в ПНО).

10.8 Взаимодействие внутри международных экипажей, с ГОГУ и консультативной группой НАСА (КГ) в ЦУП-М

Планирование работы и управление совместным российско-американским экипажем осуществлялось Главной оперативной группой управления ЦУПа и КГ НАСА.

По мнению членов экипажей, на начальном этапе работ астронавтов НАСА на ОК "Мир" было недостаточно налажено взаимодействие КГ НАСА с ГОГУ, что создавало проблемы при организации работ экипажа. КГ НАСА зачастую изменяла программу работ астронавта, не поставив об этом в известность ГОГУ и командира экипажа. Это отмечали в своих послеполетных отчетах экипажи ЭО-21, ЭО-22. При организации взаимодействия в международном экипаже встречались проблемы, связанные, видимо, с другим стереотипом деятельности американских астронавтов во время полета на кораблях "Шаттл". Это касается особенностей передачи информации в экипаже, распределению обязанностей по поддержанию жизнедеятельности и др. Имели место случаи самостоятельных и не согласованных с командиром экипажа действий по изменению программы текущих суток. Указания на эти изменения выдавались астронавту американской консультативной группой. Приблизительно через месяц совместного полета эти недостатки, преимущественно устранялись Данная ситуация повторялась при смене состава КГ НАСА в ЦУПе. В дальнейшем, по мере приобретения опыта планирования совместных работ и отработки схемы взаимодействия ГОГУ-КГ НАСА, в значительной степени эти проблемы перестали быть актуальными. Экипажи отмечали, что не было потерь информации в ЦУПе, и члены экипажей после каждого сеанса связи достаточно информировали друг друга обо всех обсуждаемых вопросах.

Однако и астронавты НАСА, и российские космонавты отмечали необходимость совершенствовать планирование и организацию радиообмена по каналу "экипаж-ГОГУ". Необходимо продолжать работы по совершенствованию аппаратуры и процедур обмена информацией с использованием пакетной связи и максимально автоматизировать процесс, обеспечив минимальное участие экипажа в выполнении процедур.

Значительное количество радиограмм по программе НАСА приводило к сильной загруженности канала "ЦУП-борт". Российские космонавты в послеполетных отчетах отмечали, что недостаточный контроль со стороны ГОГУ за содержимым этих радиограмм приводил к тому, что в этих условиях на борт попадала информация не самой первой необходимости (личные письма и второстепенные вопросы по американским экспериментам), в то время, как на прием радиограмм со служебной информацией тратилось дополнительное время.

10.9 Выводы и предложения

1. В ходе работы астронавтов НАСА в составе экипажей ОК "Мир" основные задачи программы МИР-НАСА выполнены. Накоплен положительный опыт длительной работы астронавтов на борту космической станции, проведения научных исследований и экспериментов, взаимодействия членов российско-американских экипажей между собой и с наземным персоналом управления ГОГУ и консультативной группы НАСА в ЦУП-М.

2. Реализация программ МИР-ШАТТЛ и МИР-НАСА позволила американским астронавтам и российским космонавтам и специалистам приобрести опыт совместной работы на борту ОК "Мир" и на МТКК "Шаттл", который в дальнейшем будет использован на международной космической станции.

3. Приобретен опыт взаимодействия космонавтов и астронавтов при эксплуатации бортовых систем ОК "Мир", в том числе при нештатных ситуациях.

4. Приобретен опыт совместного выполнения научной программы, в том числе при нештатной работе научной аппаратуры. Уточнены функции космонавтов и астронавтов при выполнении программы экспериментов.

5. Продолжена отработка российских средств поддержки деятельности экипажей на борту ОК "Мир" и проведены испытания американской системы COSS.

6. Проведена отработка американской системы инвентаризации бортового оборудования, которую предполагается использовать на МКС.

7. Опыт совместной работы международных экипажей показал, что для качественной и эффективной работы на борту необходимо более глубокое знание операционного языка.

8. Приобретенный при реализации программы МИР-НАСА опыт целесообразно использовать при подготовке и осуществлении космических полетов по программе МКС.

Космонавты Николай Бударин и Анатолий Соловьев на ОС Мир

Астронавт НАСА 2 Шэннон Люсид

Раздел 11 - Научная программа полета

Авторы:

Виктор Дмитриевич Благов, Заместитель Сопредседателя рабочей группы по полетным операциям и интеграции систем (операции)
Олег Николаевич Лебедев, Сопредседатель рабочей группы по научной программе полетов

Джон Юри, Сопредседатель рабочей группы по научной программе полетов
Тоня Сивилс, Рабочая группа по научной программе полетов

11.1 Введение

11.1.1 Правила и сфера ответственности

11.1.1.1 Американская и российская стороны

Взаимоотношения сторон при выполнении научной программы регламентировались документом US/R-001.

Основным документом, определявшим объем работ группы на каждый этап полета являлись "Требования по интеграции полезной нагрузки" (IPRD), который разрабатывался рабочей группой по научной программе (РГ-4).

На основании вышеупомянутых документов в обязанности американской стороны входило:

- разработка и изготовление бортового, тренажерного и испытательного оборудования и документации на ее эксплуатацию и испытания.
- формирование программы и требований к выполнению каждого эксперимента.
- обеспечение испытаний аппаратуры.
- выпуск чертежей и электросхем.
- проведение тренировок экипажа в центрах НАСА
- разработка методики экспериментов.
- согласование бортдокументации.
- участие в испытаниях аппаратуры в России.
- участие в планировании проведения экспериментов.
- доставка аппаратуры на станцию на кораблях Шаттл.

Российская сторона обеспечивала:

- оценку реализуемости предложенной программы.
- согласование документации на оборудование.
- интеграцию оборудования с системами станции.
- участие в приемо-сдаточных испытаниях (ПСИ) и входном контроле аппаратуры в США.
- организацию ПСИ и входного контроля аппаратуры в России.
- разработку бортовой документации.
- подготовку экипажей в России.
- сбор до и послеполетных данных в России.
- планирование и проведение экспериментов в полете.
- сбор и передачу информации с борта станции.
- доставку аппаратуры на станцию кораблями "Прогресс" и "Союз".

Сроки обмена информацией и поставок определялись документом US/R-002.

Основной задачей российской стороны являлась оценка безопасности при использовании американской аппаратуры на борту станции "Мир".

Ввиду коммерческого характера проекта российские специалисты не принимали участия в постановке задач экспериментов, анализе и оценке достоверности полученных результатов за исключением экспериментов по анализу параметров станции "Мир" и исследований, в которых по предложению американской стороны участвовали российские ученые.

Кроме того, российские специалисты обеспечивали сбор до и послеполетных данных на территории России.

11.1.1.2 РГ-4 и РГ-6

Работа по научной программе обеспечивалась 2-я рабочими группами:

- РГ-4 группа по научной программе полетов
- РГ-6 - группа по операциям и интеграции

РГ-4 - обеспечивала разработку научной программы и обработку результатов, РГ-6 - разработку аппаратуры и документации, подготовку экипажа, испытания аппаратуры и ее интеграцию на станции, выполнение исследований в полете и сбор информации.

Как правило обсуждение всех вопросов велось на совместных встречах групп, которые проходили 4 раза в год.

11.1.2 Требуемые ресурсы

В ходе 6 экспедиций, выполненных по контракту NAS15-10110, реализована обширная программа научных исследований.

На выполнение программы российская сторона должна была выделить значительные ресурсы по массе американского груза (одновременно на борту станции до 2360 кг), по энергопотреблению (до 2 кВт среднесуточно), по времени экипажа (до 70% рабочего времени каждого американского астронавта и до 30% рабочего времени каждого российского космонавта).

Реально предложенная американской стороной программа потребовала несколько меньших ресурсов по электропотреблению (в среднем до 1,5 кВт) и по времени, затраченном космонавтами (до 17%), но превысила согласованные ограничения по массе. Кроме того российская сторона обеспечивала транспортировку американских грузов кораблями "Союз" и "Прогресс", что не предусматривалось контрактом.

На этапе формирования и выполнения программы стороны действовали в духе взаимопонимания, не становились на формальные позиции, что способствовало успеху работ.

11.1.3 Обзор программы

В целом программа выполнена, хотя и имели место недостатки в ходе НАСА-5 из-за аварии на "Спектре", перенос экспериментов из НАСА-6 на более поздний период и отказ от выполнения ряда сессий по медицинским показателям. И тем не менее практически по всем запланированным экспериментам получены результаты.

Выполнению программы способствовал ряд мероприятий, которые были приняты сторонами для сближения позиций в вопросах организации и проведения экспериментов на борту космического корабля.

Уже в ходе полета по программе "Мир-Шаттл" американская сторона убедилась, что при длительном полете невозможно реализовать жесткую циклограмму на весь

полет, подготовленную до его начала, и приняла российскую методику проектного (дополетного) и рабочего (во время полета) планирования.

Такая практика позволяла вводить новые сессии на ремонтно-восстановительные работы с аппаратурой, корректировать методику экспериментов, изменять времена на операции и т.д.

Со своей стороны, российская сторона в связи со сжатыми сроками подготовки согласилась с отступлениями от принципа подготовки методик экспериментов силами российских специалистов, что сократило сроки, хотя и ослабило контроль со стороны кураторов за подготовкой документации.

С точки зрения российских ученых, принимавших активное участие в постановке и оценке результатов исследований, получены новые данные в области космической медицины, биологии, отработан ряд систем по анализу эксплуатационных характеристик станции.

11.2 Рабочая группа по научной программе полетов (РГ-4)

11.2.1 История рабочей группы РГ-4

Рабочая группа по научной программе полетов (MSWG) была образована в июле 1992 года как Рабочая группа № 4 (РГ-4) в общей структуре Совместной рабочей группы по программе Мир-Шаттл в результате заключения американо-российского соглашения по расширению кооперации в сфере пилотируемых космических полетов. В первоначальном соглашении была достигнута договоренность о полете российского космонавта на борту американского КК Шаттл, полете американского астронавта на борту российской орбитальной станции Мир и стыковке американского КК Шаттл с российской орбитальной станцией Мир. Рабочей группе № 4 была поручена задача по разработке программы научного сотрудничества в ходе этих совместных полетов, в основном, в сфере медико-биологических наук. Объем проведения совместных операций был расширен в ноябре 1993 года в результате добавления в программу четырех дополнительных совместных продолжительных полетов американских астронавтов на борту ОС Мир и до девяти дополнительных стыковок КК Шаттл с ОС Мир. Американская сторона также должна была предоставить медико-биологическую научную аппаратуру и аппаратуру для исследования воздействия микрогравитации для установки на модулях Спектр и Природа. Программа научных исследований была расширена с целью включения других научных дисциплин. В декабре 1995 года было достигнуто соглашение об участии американских астронавтов в двух дополнительных продолжительных полетах на борту ОС Мир. Рабочей группе № 4 было поручено разработать научные требования и руководить процессом их реализации в ходе выполнения этой расширенной программы научных исследований.

11.2.2 Сфера ответственности РГ-4

Рабочая группа по научной программе полетов (MSWG) несла общую ответственность по руководству научными вопросами в ходе выполнения программы Фазы 1. В ходе предполетного планирования, выполнения полетных операций и послеполетных заключительных операций Рабочая группа по научной программе полетов являлась своего рода интерфейсом между научными задачами

экспериментов, представляющими требования ведущих исследователей, и различными организациями и процессами по реализации экспериментов. В их число входили Штаб-квартира НАСА и руководство Отдела Программы; Советы по контролю конфигурации, группы по подготовке экипажей, интеграции и операциям и группы по научным дисциплинам, состоящие из разработчиков полезной нагрузки. В ходе реализации Программы Фазы 1 примерно 150 ведущих исследователей были представлены в следующих семи исследовательских дисциплинах: передовая технология, науки о Земле, фундаментальная биология, медико-биологические науки, снижение риска для Международной космической станции, исследование влияния микрогравитации и науки о космическом пространстве. (См. Приложение 11.2, в котором содержится список ведущих исследователей и соответствующих исследовательских работ).

В качестве части этого процесса Рабочая группа по научной программе полетов отвечала за обеспечение ясного определения научных требований и их документального изложения, необходимого для реализации. Это включало разработку и ведение документов, содержащих требования, таких как совместно согласованный документ «Требования по интеграции полезной нагрузки» (IPRD), используемый в ходе Фазы 1Б, и документ по требованиям к научной программе полета STS-71/Спэйслэб-Мир (MSRD), являвшийся чисто американским документом. Ввиду частых изменений ресурсов, выделенных для нужд полета, и эксплуатационных ограничений, эти документы соответствующим образом дорабатывались путем внесения использованием контролируемых изменений конфигурации в соответствии с базовыми научными требованиями. Рабочая группа по научной программе полетов несла ответственность за разрешение конфликтов при выделении ресурсов, возникавших среди различных научных дисциплин и исследовательских проектов, а также активно участвовала в процессе изменения планов в ходе выполнения полетных операций.

Рабочая группа по научной программе полетов участвовала также в совещаниях различных других рабочих групп и операциях по рассмотрению готовности к полету. Периодические совместные совещания с исследовательскими группами, включая по мере надобности, международных партнеров по научным исследованиям в полете, проводились с целью рассмотрения научных требований и методов их предлагаемой реализации, в соответствии с разработанной операционной документацией, обсуждения вопросов, критических для полета, и разработки рабочих протоколов. Перед началом каждого полета проводились совещания по рассмотрению готовности к полету с целью обсуждения и разрешения любых научных или операционных проблем, которые потенциально могли бы задержать начало или повлиять на успех полета.

В обеспечение подготовки и проведения полета Рабочая группа по научной программе полетов также разрабатывала информационную документацию для представления широкой общественности через Отдел НАСА по связям с общественностью, в ходе пресс-конференций, в виде брошюр, через узлы связи сети WWW и в ходе симпозиумов.

После завершения полета Рабочая группа по научной программе полетов несла ответственность за оценку успеха выполнения операций и реализации научной программы в ходе каждого полета и за обеспечение предоставления отчетов ведущими исследователями о результатах экспериментов. Научные результаты

отслеживались благодаря получению прямых отчетов от ведущих исследователей, по выступлениям на научных симпозиумах, публикациям и публичным докладам ведущих исследователей.

11.2.3 Организационные структуры и процессы деятельности РГ-4

В ходе каждого этапа и в течение всей программы Фазы 1 Рабочая группа по научной программе полетов координировала свои действия с научными руководителями каждой из дисциплин с целью обеспечения успешного достижения целей научных исследований программы Фазы 1 и целей каждого отдельного ведущего исследователя (PI).

Для каждой экспедиции в компьютерную базу данных, Систему планирования интеграции полезной нагрузки (PIPS), вводился перечень научных требований, который одобрялся в результате утверждения основанного на нем документа «Требования по интеграции полезной нагрузки» (IPRD) на совещании Группы контроля конфигурации Рабочей группы по операциям и интеграции на ОС Мир (MOIWG). После этого американские научные требования рассматривались совместно с российскими партнерами на совещаниях Рабочей группы по научной программе полета и Рабочей группы по операциям и интеграции на ОС Мир с целью установления отсутствия противоречий между этими требованиями и ограничениями, накладываемыми на ресурсы. Периодически распространялись новые редакции документов, основанные на изменениях, согласованных в ходе проведения этих совместных совещаний. Окончательная версия документа «Требования по интеграции полезной нагрузки» (IPRD), которая обычно выпускалась за три месяца до начала каждого этапа, затем использовалась в качестве справочного документа для планирования операций и их проведения в реальном масштабе времени.

Рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир использовала также Систему планирования интеграции полезной нагрузки (PIPS) для контроля за оборудованием и использовала документ «Требования по интеграции полезной нагрузки» (IPRD) для разработки документов по операциям для реализации целей полета. Ввиду того, что Рабочая группа по операциям и интеграции на ОС Мир имела для каждой экспедиции особые группы, предназначенные для предполетного планирования, выполнения полетных операций и послеполетных заключительных операций, Рабочая группа по научной программе полетов выделяла постоянную ведущую группу, которая отрабатывала все аспекты исследовательской программы Фазы 1, как на уровне руководства, так и на уровне научных дисциплин. Рабочая группа по научной программе полетов координировала свои действия с Рабочей группой по операциям и интеграции на ОС Мир и оказывала содействие при выполнении операций по реализации целей полетов, входя в состав Отдела обеспечения операций с полезной нагрузкой ЦУП-Х в Хьюстоне (POSA) и Группы поддержки операций на ОС Мир (MOST) или Американской консультативной группы в ЦУП-М в Королеве.

Во время выполнения операций по программе научных исследований в реальном времени составлялись запросы об перепланировании плана (RR), разрабатываемые группами по различным научным дисциплинам или членами группы по полетным операциям с целью документального оформления требуемых изменений. Специалисты Отдела обеспечения операций с полезной нагрузкой (POSA),

являвшиеся представителями научных групп и группы по полетным операциям, оценивали запросы о перепланировании (RR) с точки зрения их реализуемости. Если эти изменения выходили за пределы требований, включенных в окончательную версию документа «Требования по интеграции полезной нагрузки» (IPRD), то такие запросы о перепланировании (RR) присоединились к запросу об изменении (CR) для представления через рабочую группу по операциям и интеграции на ОС Мир Контрольному совету по конфигурации. В ходе всего полета база данных Системы планирования интеграции полезной нагрузки (PIPS) корректировались по утвержденным запросам об изменении. Утвержденные изменения отправлялись в ЦУП-М, (российский Центр управления полетом), и согласовывались с российской стороной как изменения российской окончательной версии документа «Требования по интеграции полезной нагрузки» (IPRD). После успешного согласования требуемые изменения вносились в бланк в форму 24 (российская циклограмма). В конце полета окончательная версия документа «Требования по интеграции полезной нагрузки» (IPRD) содержала все; что по плану должно было быть реализовано. Прилагаемые запросы о перепланировании (RR) и окончательная версия документа «Требования по интеграции полезной нагрузки» (IPRD) содержали все, что фактически было реализовано.

11.2.4 Обработка результатов

Целью работ по обеспечению исследований научной программы проекта МИР-НАСА являлось проведение работ по поддержке и обеспечению американских научных исследований проекта Мир-НАСА.

Задачами работ были:

1. Научно-методическая экспертиза американских исследований, включая вопросы биомедицинской этики.
2. Наземная подготовка и сертификация аппаратуры и оборудования для полетных исследований.
3. Сбор данных до и после полета по программе медико-биологических исследований.
4. Подготовка и наземное сопровождение полетной части экспериментов.
5. Участие в подготовке и реализации фундаментальных биологических исследований.
6. Обеспечение наземного сопровождения экспериментов российскими специалистами в ЦУПе.

В отличие от предшествующего этапа российско-американского научного сотрудничества по программе Мир-Шаттл, в научную программу по микрогравитации, медико-биологических и фундаментальных биологических исследований вошли предложения, которые были отобраны независимой комиссией американских специалистов, и российская сторона была ознакомлена с ними уже после отбора.

Американские предложения, прошедшие научную экспертизу, были представлены российской стороне в виде перечня экспериментов и кратких сведений по схеме исследований, используемой аппаратуре, затратам времени экипажа. В ходе обсуждения российскими и американским специалистами была оценена реализуемость экспериментов в условиях космического полета, согласованы возможности пред- и послеполетного обследования российских космонавтов и

американских астронавтов. Российские специалисты предложили объединить ряд исследований в единую процедуру, что позволило сэкономить ресурсы, временные затраты и упростить подготовку членов экипажей.

В результате обсуждений российская и американская стороны пришли к соглашению, что для каждого из экспериментов будут определены соисполнители с российской стороны, которые обеспечат сопровождение экспериментов на всех этапах их подготовки и проведения, интегрируют требования российской национальной научной программы и американских исследований, что позволит избежать дублирования и получить достоверные научные результаты, которые могут быть использованы сторонами в соответствии со специальными договоренностями для каждого отдельно взятого эксперимента.

Совместная работа российских и американских ученых часто вела к значительной модификации американских предложений, сделала их более реальными, адаптированными к условиям деятельности экипажа во время длительных космических полетов. По ряду предложений американские ученые отказались от первоначальных требований, или упростили их. Американская сторона на основании полученной информации отказалась от проведения ряда экспериментов, представленных ранее как часть научной программы Мир-НАСА.

Российские соисполнители готовили и представляли материалы для Комиссии по биомедицинской этике Российской Академии Наук. Члены Комиссии провели большую предварительную работу по унификации методики оценки риска проведения исследований с участием человека с американской Комиссией по биомедицинской этике. Был разработана и согласована единая форма информированного согласия для проведения исследований с участием человека, которая используется при подготовке материалов для космонавтов обеих сторон. В результате работы Комиссии были одобрены программы медико-биологических и фундаментальных биологических исследований экспедиций проекта Мир-НАСА.

Результаты договоренностей были отражены в документах по требованиям к интеграции полезной нагрузки (IPRD), которые практически представляли собой план реализации научных документов. В IPRD были отражены вопросы подготовки астронавтов и космонавтов, проведение пред- и послеполетных сессий, план переноса оборудования с STS на ОК Мир и возврата оборудования и материалов экспериментов. Полетные сессии также были отражены в IPRD.

Российские специалисты принимали участие в тренировках российских членов экипажей как на этапе ознакомительных сессий в КЦ им. Джонсона, так и в Звездном городке.

Российские специалисты принимали участие в подготовке методик проведения эксперимента, которые были прообразом документации для обучения космонавтов и реализации экспериментов в ходе полета. Участие в подготовке бортовой документации также включало:

- написание инструкций по эксплуатации оборудования;
- внесение исправлений и коррекции в предварительные варианты борт-документации;
- утверждение готового варианта борт-документации.

Перспективное и детальное планирование исследований проходили с участием российских специалистов, ответственных за проведение отдельных экспериментов, и сотрудников медгруппы ЦУПа. Кроме этого, они проводили подготовку радиограмм по методикам эксперимента, радиопереговоры с экипажем до и во время эксперимента, консультации по ремонту оборудования (в случае необходимости).

На этой стадии проведения исследований российские специалисты взаимодействовали с американскими специалистами Консультативной группы в ЦУПе. В ходе взаимодействия уточнялись методики проведения экспериментов, в случае необходимости, корректировались их программы. Причинами сокращения объема исследований по ходу их проведения были:

- неисправности оборудования;
- ограничения по медицинским показаниям;
- разгерметизация модуля "Спектр";
- изменение планов по эксплуатации станции Мир.

Возникавшие проблемы регулярно обсуждались на телеконах между американскими и российскими специалистами, при участии менеджмента и ведущих специалистов проекта.

Вовлеченность российских специалистов в пред- и послеполетные обследования в различных экспериментах была не одинаковой, также как и их участие в анализе материалов и обработке полученных результатов.

Российские ученые принимали участие в сборе фоновых данных, в ряде случаев они выполняли сервисные функции, по другим экспериментам выступали в виде соисполнителей, принимали участие в обработке и анализе полученных материалов.

Обследования российских космонавтов, предусмотренные экспериментами с идентичными методиками в американской и российской научных программах, проводились российскими специалистами по согласованным протоколам.

Степень участия российских ученых определялась предварительными договоренностями, достигнутыми на заседаниях совместной Рабочей группы. Стороны обменивались информацией по проведению исследований в соответствии с договоренностями, достигнутыми на встречах российских и американских специалистов.

Проблемы, возникавшие по ходу проведения экспериментов, решались в оперативном порядке между учеными при содействии Консультативной группы в ЦУПе и российских специалистов, ответственных за планирование.

11.2.5 Основные достижения РГ-4

Проблемы, решенные в ходе успешной реализации научной программы Фазы 1, которая выполнялась в течение относительно краткого периода времени, слишком многочисленны, чтобы их перечислять в этом отчете. К наиболее значительным относятся: напряженный график разработки, процесс обучения обеих сторон совместной работе, преодоление языкового барьера, процесс изучения американской стороной «культуры» продолжительных космических полетов и

постоянное изменение планов проведения программы научных исследований ввиду значительных и постоянных изменений ограничений по операциям. Из перечня достижений, перечисляемых в этой главе, видно, что в ходе реализации научной программы Фазы 1 эти проблемы были преодолены, было получено огромное количество новой информации и, как всегда бывает в научных проектах, было поднято много новых вопросов. Пройдет еще несколько лет, прежде чем будет полностью осмыслен полный объем достижений и полученных новых знаний.

10 продолжительных космических полетов разных экипажей на ОС Мир и 7 продолжительных космических полетов астронавтов НАСА, а также 9 стыковок КК Шаттл с ОС Мир дали огромный опыт по проведению научных исследований на ОС, было собрано много образцов, данных и получено много научной информации в ходе реализации примерно 100 уникальных научных проектов на ОС Мир, проводившихся 150 исследователями в ходе реализации Научной программы НАСА-Мир. Семь американских астронавтов и 17 российских космонавтов, трое из которых участвовали в двух полетах в ходе Фазы 1, участвовали в программе научных исследований в ходе продолжительных космических полетов. Фактическое количество исследований, распределенных по научным дисциплинам, представлено в Таблице 11.1, причем некоторые из этих исследований осуществлялись в течение нескольких экспедиций.

Количество долгосрочных научных исследований, распределенных по научным дисциплинам

Таблица 11.1

Научная дисциплина	Этап научных исследований						
	1	2	3	4	5	6	7
Передовая технология		1	2			1	3
Науки о Земле		2	2	2	3	3	3
Фундаментальная биология	1	3	2	4	5	1	
Медико-биологические науки	26	11	12	8	6	5	6
Снижение риска для Международной космической станции		5	7	8	7	6	2
Исследование влияния микрогравитации	1	12	10	11	9	9	8
Науки о космическом пространстве		2	2	2			
Общее количество:	28	36	37	35	30	25	22

* См. Приложение 11.3, в котором представлена таблица, содержащая перечень исследований, которые проводились в космосе в ходе каждой экспедиции Фазы 1.

Станция Мир дала многим американским исследователям, чей предыдущий опыт ограничивался проведением экспериментов в ходе непродолжительных полетов КК Шаттл, первый опыт проведения экспериментов в продолжительных полетах, который послужил основой проверки оборудования и порядка проведения экспериментов для последующего использования на Международной космической станции. В ходе реализации программы Фазы 1 участвовали представители Соединенных Штатов, России, Канады, Великобритании, Японии, Германии, Франции и Венгрии.

Исследователи, работающие в сфере передовой технологии, использовали условия невесомости на ОС Мир для изучения фундаментальных физических процессов и для создания новых сплавов и сплавов улучшенного качества, которые могли бы иметь многочисленные сферы научного и промышленного применения.

Три года почти непрерывных наблюдений различных явлений на Земле, выполняемых подготовленными членами экипажей, добавили десятки тысяч снимков в волнующую коллекцию изображений Земли, которые также были использованы учеными, исследующими долгосрочные изменения, как вызванные естественными причинами, так и человеческой активностью. Впервые были документально зарегистрированы глобальные исходные условия, приведшие к возникновению эффекта Эль Ниньо и его протеканию в 1997 году.

Документы, полученные в течение этого интервала времени на ОС Мир, впервые подтвердили движение Южно-атлантической аномалии в северо-западном направлении, благодаря сравнению данных, полученных на Скайлэбе и на ОС Мир.

В ходе исследований в сфере фундаментальной биологии были получены очень хорошие результаты по успешному выращиванию растений, в результате чего было получено самое большое количество биомассы, когда-либо выращенной в космосе, и впервые были выращены растения из семян, которые полностью развились и проросли в космическом пространстве.

Медико-биологические исследования членов экипажа, проведенные до полета, в ходе продолжительного полета и после него, дали лучшее понимание физиологических и психологических эффектов продолжительного космического полета. В ходе реализации Программы НАСА-Мир были документально зарегистрированы изменения в системах человеческого организма, таких как иммунная система, нарушения сердечной деятельности, циркадного ритма, почечной функции и метаболизма костной ткани (деминерализация).

Эксперименты в сфере снижения риска для Международной космической станции существенно улучшили наше понимание продолжительных космических полетов и привели к модификации планирования, конструкции и операций Международной космической станции. Эксперименты по исследованию динамики конструкции и воздействию микрометеоритов являются двумя примерами, демонстрирующими возмущения, создаваемые в условиях микрогравитации экипажем и КК при их взаимодействии, а также реакцию материалов и конструкции на длительное пребывание в условиях полета на низкой околоземной орбите.

В ходе научных исследований в условиях микрогравитации продолжительность эксперимента по выращиванию ткани была продлена от 14 дней до 4 месяцев выращивания трехмерных тканевых культур в условиях космического пространства. Такого рода образования трудно получить в земных условиях и они имеют большой потенциал для использования в сфере ортопедической и пластической хирургии. В дополнение к этому были разработаны новые методы выращивания белковых кристаллов в условиях космического пространства, обладающие существенными количественными и качественными преимуществами по сравнению с методами, используемыми в земных условиях. Анализ этих высококачественных кристаллов ведет к новым открытиям в сфере фармакологии и молекулярной биологии.

Обнаружение частиц внеземного происхождения в аэрогеле, находившемся в лотке для сбора образцов частиц космической пыли, в ходе эксперимента в сфере наук по исследованию космического пространства, ясно демонстрирует, что многие

образцы частиц космической пыли могут быть доставлены на Землю для проведения физических и химических анализов.

После каждого полета в ходе Фазы 1 от каждого американского ведущего исследователя требовалось представить в Рабочую группу по научной программе полета послеполетный Оперативный исследовательский отчет (через 30 дней после возвращения), Предварительный отчет об анализе проведенных исследований (через 180 дней после возвращения) и итоговый исследовательский отчет (через 1 год после возвращения), в котором должно было быть описано текущее состояние исследовательских работ и даны предварительные выводы. К настоящему моменту Рабочей группой по научной программе полета получено, сдано в архив и распространено 237 послеполетных исследовательских отчетов. В приложении 11.4 приводится содержание всех опубликованных к настоящему времени документов, содержащих эти исследовательские отчеты. Многие ведущие исследователи также опубликовали результаты своих исследований, проведенных в ходе Фазы 1, в печатных изданиях, которые обычно читают их коллеги, такие публикации перечислены в Приложении 11.5.

Рабочая группа по научной программе полетов организовала также серию симпозиумов по рассмотрению результатов исследований. Исследователи участвовали в этих симпозиумах путем распространения полученных данных для нужд аналогичных сфер исследований и представления последних результатов исследований. Эти форумы явились источником информации для руководства НАСА, членов экипажей, участвовавших в полетах в ходе Фазы 1, и участников исследовательской программы Фазы 1 о результатах и успехах многочисленных экспериментов, проведенных в ходе реализации программы. Первый такой симпозиум, проведенный в Космическом центре им. Джонсона в августе 1997 года, в основном сфокусировал свое внимание на экспериментах, проведенных в ходе полетов НАСА-2 и НАСА-3. Вторая встреча, проведенная в апреле 1998 года в Исследовательском центре им. Эймса, в основном сфокусировал свое внимание на экспериментах, проведенных в ходе полетов НАСА-4 и НАСА-5. Третья встреча, которую планируется провести в ноябре 1998 года в Космическом центре им. Маршалла, закончит рассмотрение экспериментов, проведенных в ходе реализации этой программы и сфокусирует свое внимание на экспериментах, проведенных в ходе полетов НАСА-6 и НАСА-7. Были распространены пакеты документации с материалами двух симпозиумов и сборник из 82 докладов, сделанных об экспериментах, проведенных в ходе Фазы 1. Содержание этой документации представлено в Приложении 11.6.

11.2.6 Накопленный опыт

Ниже приводятся 10 наиболее важных выводов, сделанных из опыта, накопленного в ходе реализации программы научных исследований Фазы 1. Ясно, что многие из них, если не все, могут быть применены для успешного выполнения программы научных исследований на Международной космической станции.

1. **Разработать и провести в жизнь реалистический график работ, начиная с выпуска предложений о проведении экспериментов и до полета.**
Двухлетний график работ по Фазе 1, распространяющийся на период времени, начиная с выпуска предложений о проведении экспериментов и до полета, был явно недостаточен для обеспечения надлежащего определения и реализации всех

отобранных экспериментов без преодоления серьезных проблем. Отсутствие разработанного на ранних этапах определения исследовательских работ привело к многочисленным последствиям, повлиявшим на надлежащее проведение экспериментов

2. **Для достижения конкретных научных целей планировать реалистическое проведение экспериментов для каждого продолжительного полета.**
Обеспечить более узкие задачи для каждой экспедиции и соответственно спланировать научную программу (соизмерять количество с качеством).

3. **Четко различать научные требования (разработанные ведущими исследователями) и выполнение исследовательских работ (определяемое ограничениями по операциям).**
Научные «требования» часто изменялись ввиду операционных ограничений по операциям. Фактически требования не менялись, менялась только их реализация.

4. **Обеспечить полное соответствие между экспериментами и их оборудованием, между интерфейсами, оборудования и программного обеспечения, при проведении наземных испытаний, подготовке экипажей и т. д.**
Были случаи, когда несоответствия такого рода были обнаружены только в полете, это обычно происходит в результате недостатка времени, выделенного на предполетную подготовку.

5. **Обеспечить условия для проведения подготовки экипажа с использованием полной конфигурации оборудования со всеми компонентами, используемыми при проведении экспериментов.**
Были случаи, когда член экипажа проводил весь эксперимент в первый раз от начала до конца на орбите.

6. **При разработке графика научных исследовательских работ следует учитывать все дополнительные временные затраты.**
Выполнение научных исследовательских работ обычно требует дополнительного времени, которое первоначально не учитывается, что приводит к сверхурочной работе членов экипажа. Эти вспомогательные работы включают, но не ограничиваются этим, дополнительную подготовку экипажа на орбите, поиски и идентификацию всех требуемых элементов оборудования, повышение уровня ознакомления экипажа с данным экспериментом, сборку и установку экспериментального оборудования, разборку и укладку экспериментального оборудования.

7. **Разработать единый манифест для оборудования.**
Различные организации вели с различными целями и под разным руководством различные манифесты, что часто приводило к неразберихе.

8. **Разработать единую систему документации по оборудованию и вопросам безопасности для всех платформ полезной нагрузки.**
Разработчики оборудования часто были завалены многочисленными требованиями о предоставлении практически одной и той же информации в различные организации в различных форматах.

9. **При наличии ограниченных возможностей голосовой связи с экипажем в большей степени полагайтесь на электронную почту.**

Во многих случаях использование электронной почты позволяло установить более детальный обмен информацией между членом экипажа и группой наземной поддержки.

10. **Понимать различия в образе жизни, работы и поведении для непродолжительных и продолжительных полетов и их взаимодействие.** Это относится к сферам подготовки, выполнения операций, составления манифестов и т. д. Многие из этих факторов не являются уникальными для ОС Мир, они просто отражают выполнение операций в условиях продолжительного полета вне зависимости от конкретного КК.

11. **При отборе экспериментов группа руководства должна уделять особое внимание рассмотрению биомедицинских исследований для максимальной приемлемости экипажем.**

11.2.7 Итоги работы РГ-4

Программа научных исследований Фазы 1 предоставила многим американским исследователям их первую возможность проводить исследования в условиях продолжительного полета. Этот бесценный опыт, приобретенный не только исследователями, но и американской и российской группами наземной поддержки в дополнение к фактическим научным данным, полученным в результате реализации программы, окажет огромную помощь при проведении аналогичных исследований на борту Международной космической станции. С точки зрения научных исследований, программа Фазы 1 была безусловно полезным начинанием.

Перечень экспериментов с указанием ведущих исследователей по Фазе 1

Приложение 11.2

Фаза 1А

Исследования метаболизма:	**Американские исследователи**	**Российские исследователи**
Гомеостаз жидкостей и электролитов и его регуляция	Хелен Лэйн, Ph.D.	Анатолий Григорьев, M.D.
Динамика метаболизма кальция и костной ткани	Хелен Лэйн, Ph.D.	В. Огонов, M.D., Ph.D. Ирина Попова, Ph.D.
Оценка риска развития почечно-каменной болезни во время длительного космического полета	Пегги Уитсон, Ph.D.	Герман Арзамазов, M.D. Сергей Кривой, M.D.
Метаболическая реакция на физическую нагрузку	Хелен Лэйн, Ph.D.	Ирина Попова, Ph.D.
Метаболизм эритроцитов	Хелен Лэйн, Ph.D.	Светлана Иванова, Ph.D.
Масса и жизнеспособность эритроцитов	Хелен Лэйн, Ph.D.	Светлана Иванова, Ph.D.
Хронофизиология и изменения фармакокинетики во время длительного космического полета	Лакшми Питча, Ph.D.	И. Гончаров, Ph.D.
Гуморальный иммунитет	Кларенс Сэмс, Ph.D.	Ирина Константинова, M.D.
Реактивация вирусов	Диана Пирсон, Ph.D.	Ирина Константинова, M.D.
Периферические мононуклеарные клетки	Кларенс Сэмс, Ph.D.	Ирина Константинова, M.D.
Исследования сердечно-сосудистой и дыхательной систем:		
Исследования ортостатической неустойчивости с применением устройства создания отрицательного давления на нижнюю половину тела (ОДНТ)	Джон Чарльз, Ph.D.	Валерий Михайлов, M.D.
Изучение механизмов, лежащих в основе ортостатической неустойчивости, посредством амбулаторного мониторинга, исследований барорефлекса и пробы Валсальвы	Джанис Йэлл, M.S. Джон Чарльз, Ph.D.	Валерий Михайлов, M.D.
Оценка максимальной аэробной работоспособности с использованием дозированной физической нагрузки на велоэргометре	Стивен Сиконолфи, Ph.D. Сюзанн Фортни, Ph.D.	Валерий Михайлов, M.D. Александр Котов, M.D.
Оценка терморегуляции во время космического полета	Сюзанн Фортни, Ph.D.	Валерий Михайлов, M.D.
Физиологические реакции во время спуска на Шаттле	Джон Чарльз, Ph.D.	Валерий Михайлов, M.D.
Нейро-сенсорные исследования:		
Оценка свойств и характеристик скелетных мышц	Стивен Сиконолфи, Ph.D. Джон Маккарти, Ph.D.	Инесса Козловская, M.D. Юрий Коряк, Ph.D. Н. М. Харитонов, Ph.D.
Морфологические, гистохимические, ультраструктурные характеристики скелетных мышц	Дэниэл Фибэк, Ph.D.	Борис Шенкман, Ph.D.
Координация глаз-голова во время фиксации мишени	М. Решке, Ph.D. Дж. Блумберг, Ph.D. У. Палоски, Ph.D.	И. Козловская, M.D. Л. Корнилова, M.D. В. Бармин, M.D. А. Соколов, M.D. Б. Бабаев, M.D.
Поза и локомоция	Дж. Блумберг, Ph.D. У. Палоски, Ph.D. М. Решке, Ph.D. Д. Харм, Ph.D.	И. Козловская, M.D. А. Воронов, Ph.D. И. Чекирда, M.D. М. Борисов

Перечень экспериментов с указанием ведущих исследователей по Фазе 1 (продолж.)

Фаза 1А (продолжение)

Исследования по теме "Санитария, гигиена, радиация":		
Микробиологические исследования	Диана Л. Пирсон, Ph.D. Ричард Сауэр, Р.Е.	Наталия Новокова, Ph.D. Владимир Скуратов, M.D.
Измерения уровня радиации во время полета	Г. Д. Бадхар, Ph.D.	Владислав Петров, Ph.D.
Измерения цитогенетических изменений, вызванных воздействием космической радиации	Т. С. Янг, Ph.D.	Б. Федоренко, Ph.D.
Загрязнение следовыми количествами химических веществ	Джон Джеймс, Ph.D. Ричард Сауэр, Р.Е.	Л. Мухамедьева, M.D. Юрий Синяк, Ph.D.
Психофизиологические исследования и работоспособность:		
Исследование эффективности ручного управления при имитации выполнения задач полета - Эксперимент ПИЛОТ	Дебора Л. Харм, Ph.D.	В. П. Салницкий, Ph.D.
Исследования в области фундаментальной биологии:		
Инкубатор	Группа по программе совместного использования биологических образцов	Т.С. Гурьева, Ph.D. Ольга Дадашева, Ph.D.
Оранжерея	Фрэнк Сэлисбури, Ph.D. Гэйл Бингхэм, Ph.D.	М. А. Левинских, Ph.D.
Исследования по теме "Микрогравитация":		
Система измерения ускорений в космическом полете (SAMS)	Ричард Де'Ломбард	С. Рябуха, Ph.D.
Методы кристаллизации белка	Стэн Косзелак, Ph.D. Александр Малкин, Ph.D.	О. Митичкин, Ph.D.

Фаза 1В

Новые технологии:		
Эксперимент по жидкофазному спеканию в печи Оптизон	Джеймс Смит, Ph.D.	
Материалы-сверхпроводники в приборах	Стефани Уайз Рут Амундсен	Юрий Григорашвили Святослав Волков Евгений Васильев Владимир Кошелев
Коммерческое выращивание кристаллов белка	Лэрри Де'Люкас	
Коммерческий многоцелевой биопроцессор	Луис Стодиек	
Эксперимент движения жидкости	Ричард Нолл	
Эксперимент АСТРОКУЛЬТУРА	Раймонд Була	
Тестовая рентгеновская система	Лэрри Де'Люкас	
Науки о Земле:		
Калибровка и проверка микроволновых датчиков модуля Природа	Джеймс Шью, Ph.D.	Неон Арманд, Ph.D.
Сравнение датчиков состава атмосферы на модуле Природа и американских спутниках	Джек Кайе	
Региональная и временная изменчивость основной продуктивности шельфовых вод океана	Ф.И. Мюллер-Каргер О. Копелевич	

Перечень экспериментов с указанием ведущих исследователей по Фазе 1 (продолж.)

Фаза 1В

Науки о Земле (продолж.):		
Мониторинг контрольных участков поверхности Земли и визуальные наблюдения Земли	Камлиш Лулла, Ph.D. Синтия Эванс, Ph.D.	Лев Десинов, Ph.D.
Проверка достоверности модели взаимодействия биосферы и атмосферы для северных прерий	А. У. Ингланд Анатолий Шутко	
Проверка достоверности данных наблюдений за осадками с модуля Природа	Отто Тьеле	
Исследования в области фундаментальной биологии:		
Инкубатор - комплексные эксперименты с перепелами на ОС Мир	Гэри У. Конрад, Ph.D. Цезарь Д. Фермин, Ph.D. Стефен Б. Доти, Ph.D. Бернд Фритзих, Ph.D. Патриция У. Хестер, Ph.D. Питер И. Лелкес, Ph.D. Пэйдж А. У. Андерсон, M.D Бернард Ч. Уэнтворс, Ph.D. Тору Шимизу, Ph.D.	Ольга Дадашева, Ph.D. Тамара Гурьева, Ph.D.
Измерения уровня радиации окружающей среды	Юджин Бентон, Ph.D.	
Оранжерея - комплексные эксперименты с растениями	Фрэнк Сэлисбури, Ph.D. Гэйл Бингхэм, Ph.D. Джон Кармэн, Ph.D. Уильям Кэмпбелл, Ph.D. Дэвид Бубенхейм, Ph.D. Борис Йендлер, Ph.D.	М. Левинских, Ph.D.
Измерение эффективной дозы радиации	Сэндор Дерн. Ph.D.	Юрий Акатов
Влияние стресса, обусловленного космическим полетом, на клеточные механизмы растений	Абрахам Д. Крикорян	
Перчаточный бокс стойки SIA	Пол Д. Сэвадж	
Анализ развития семян, выращиваемых на ОС Мир	Мэри Масгрэйв, Ph.D.	Маргарита Левинских
Влияние гравитации на циркадные ритмы насекомых	Т. Хобан-Хиггинс, Ph.D.	Алексей Алпатов
Активная дозиметрия заряженных частиц	Джобс Улрих Скотт	
Медико-биологические исследования:		
Анализ летучих органических веществ на ОС Мир	Питер Палмер, Ph.D.	Валентина Савина, M.D.
Предупреждающая позная активность ("Поза ожидания")	Джэйкоб Блумберг, Ph.D.	Инесса Козловская, M.D.
Оценка функции гуморального иммунитета	Кларенс Самс, Ph.D.	А. Т. Лесняк
Нарушение и восстановление минерального состава костной ткани	Линда Шэкелфорд, M.D.	В. Оганов, M.D., Ph.D.
Сбор проб исходной и регенерированной воды на станции Мир	Ричард Л. Сауэр, P.E.	Юрий Синяк, Ph.D.
Взаимоотношения между членами экипажа и между экипажем и наземным персоналом	Ник А. Канас, Ph.D.	Вячеслав Салнитский
Оценка свойств и характеристик скелетных мышц	С. Ф. Сиконолфи, Ph.D.	Инесса Козловская, M.D.
Газоанализатор для метаболического анализа физиологии дыхания	Флойд Букер	
ЯМР - исследования для изучения воздействия микрогравитации	Эдриан Лебланк, Ph.D.	Инесса Козловская, M.D.

Перечень экспериментов с указанием ведущих исследователей по Фазе 1 (продолжение)

Фаза 1В (продолжение)

Медико-биологические исследования (продолжение):		
Взаимодействие микробов в среде ОС Мир	Джордж М. Уэйнсток	А. Викторов, Ph.D.
Белковый обмен	Т. Питер Стэйн, Ph.D.	Ирина Ларина, Ph.D.
Оценка риска развития почечно-каменной болезни	Пегги Уитсон, Ph.D.	Сергей Кривой, M.D. Герман Арзамазов, M.D.
Оценка риска развития почечно-каменной болезни: подготовка сухих проб мочи для химического анализа	Пегги Уитсон, Ph.D.	Сергей Кривой, M.D.
Комплекс экспериментов "Сон"	Эллан Хобсон, M.D. Тимоти Х. Монк, Ph.D. Харви Молдофски, M.D.	Ирина Пономарева, M.D.
Влияние длительного космического полета на координацию движений головы, глаз и туловища во время локомоции	Джэйкоб Блумберг, Ph.D.	Инесса Козловская, M.D.
Воздействие космического полета на контроль взора	Милл Решке, Ph.D.	Инесса Козловская, M.D.
Внутренняя система отсчета человека для сенсомоторных преобразований	Элан Бертхоз, Ph.D.	Виктор Гурфинкель
Исследования сердечно-сосудистой системы	Ч. Гуннар Блюмквист, M.D. Дуэйн Экберг, M.D.	
Эксперименты по снижению риска на МКС:		
Усовершенствованные датчики динамической нагрузки	Шервин Бек	
Измерение уровня акустических шумов на ОС Мир	Ч. Парсонс	
Определение характеристик электрического поля на ОС Мир	Фонг Нго	
Оборудование для исследования воздействия внешних факторов на ОС Мир	Бак Гэй	
Эксперимент с сетью беспроводной связи ОС Мир	Юрий Гаудяк	
Коллектор орбитального мусора	Фрейдрих Хортз	
Пассивный оптический коллектор № 1 и № 2	Дж. Пиппин Джим Звэйнер	
Коллектор микрометеоритов в виде полированной пластины	У. Кинард	
Международная космическая станция (продолжение):		
Эксперимент по стабильности относительной привязки ОС Мир и Шаттла	Рассел Уайтс	С. Шитов, Ph.D.
Микробиологический мониторинг воды	Диана Л. Пирсон, Ph.D.	
Эксперимент по определению динамических характеристик конструкции ОС Мир	Хуонг-Мэн Ким, Ph.D.	Вячеслав Межин
Монитор оптических характеристик	Дон Уилкес	С. Наумов Сергей Демидов
Монитор активности и воздействия космической радиации	Питер Трускотт	
Тестовая портативная компьютерная система	Род Лофтон	
Переносной космический спектрорефлектометр	Ральф Каррут	Станислав Наумов, Ph.D.
Оборудование для мониторинга уровня радиации	Майк Голитли Фрэнсис Афинидад	Владислав Петров

Перечень экспериментов с указанием ведущих исследователей по Фазе 1 (окончание)

Фаза 1В (продолжение)

Исследования в области "Микрогравитация":		
Операции с биотехнологической системой	Стив Гонда, Ph.D.	
Исследование бинарных коллоидных смесей	Дэвид А. Вейц, Ph.D.	
Исследование роста культуры хрящевой ткани в условиях космического полета	Лиза Фрид, M.D., Ph.D. Стив Гонда, Ph.D.	
Биотехнологический эксперимент по диагностике	Стив Гонда, Ph.D.	
Биотехнологический эксперимент "Сокультивирование" (CoCulture)	Эллиот Левин, Ph.D.	
	Томас Гудвин	
Биохимия трехмерного выращивания тканей	Тимоти Хаммонд, Ph.D. Питер Лелкес, Ph.D.	
Пламя свечи в условиях микрогравитации	Дэн Дейтрих	
Распространение пламени в потоке газа	Курт Сакстейдер, Ph.D.	
Распространение пламени по цилиндрическим поверхностям в противопотоке окислителя	Роберт А. Алтенкирч	
Эксперимент по исследованию поверхности раздела	Марк Уэйслогел	
Эксперимент по диффузии жидких металлов	Франц Розенбергер	
Исследования по механике гранулированных материалов	Стэйн Стур, Ph.D. Николас Костес, Ph.D.	
Операции с перчаточным боксом MGBX	Дон Рейс, Ph.D.	
Исследование жидкостных перемычек в присутствии капиллярных сил	Пол Конкус, Ph.D.	
Операции с виброизолирующей платформой для условий микрогравитации	Бьярни Тругвассон, Ph.D.	
Эксперимент по исследованию диффузии в жидкой фазе	Реджинальд Смит, Ph.D.	
Система пассивного акселерометра	Иван Александер, Ph.D.	
Выращивание кристаллов белка (PCG)/сосуд Дьюара с газообразным азотом	Александр Макферсон, Ph.D. Стэн Косзелак, Ph.D.	
Аппарат для диффузионно-контролируемой кристаллизации белка	Дэн Картер, Ph.D.	
Система измерения ускорений в космическом полете (SAMS)	Ричард Де'Ломбард	Станислав Рябуха
Технологическая оценка MIM	Джефф Аллен	
Исследование гелеобразования в коллоидных смесях	Дэвид Вейц, Ph.D.	
Канадский эксперимент по кристаллизации белков	Филлип Грегори	
Интерферометрическое исследование роста кристаллов белка	Александр Макферсон, Ph.D.	
Космические исследования:		
Эксперимент по возвращению образцов с ОС Мир	Питер Цой, Ph.D.	
Эксперимент по изучению воздействия частиц	Карл Мааг, Ph.D.	

Приложение 11.3: Таблица исследований, проводимых во время экспедиций Фазы 1

Фаза 1А

Исследования метаболизма:	**Мир 18/НАСА 1**	**STS-71**	**Мир 19**
Гомеостаз жидкостей и электролитов и его регуляция	X	X	
Динамика метаболизма кальция и костной ткани	X	X	
Оценка риска развития почечно-каменной болезни	X	X	
Метаболическая реакция на физическую нагрузку	X		
Метаболизм эритроцитов	X		
Масса и жизнеспособность эритроцитов	X		
Хронофизиология и изменения фармакокинетики во время длительного космического полета	X		
Гуморальный иммунитет		X	X
Реактивация вирусов	X		
Периферические мононуклеарные клетки		X	
Исследования сердечно-сосудистой и дыхательной систем:			
Исследования ортостатической неустойчивости с применением устройства создания отрицательного давления на нижнюю половину тела (ОДНТ)	X	X	
Изучение механизмов, лежащих в основе ортостатической неустойчивости, посредством амбулаторного мониторинга, исследований барорефлекса и пробы Валсальвы	X	X	
Оценка аэробной работоспособности с использованием дозированной физической нагрузки на велоэргометре	X	X	
Оценка терморегуляции во время космического полета	X		
Физиологические реакции во время спуска на Шаттле		X	
Нейро-сенсорные исследования:			
Оценка свойств и характеристик скелетных мышц	X	X	
Морфологические, гистохимические, ультра-структурные характеристики скелетных мышц	X		X
Координация глаз-голова во время фиксации мишени	X	X	X
Поза и локомоция	X		X
Исследования по теме "Санитария, гигиена, радиация":			
Микробиологические исследования	X	X	X
Измерения уровня радиации во время полета	X	X	X
Измерения цитогенетических изменений, вызванных воздействием космической радиации	X		
Загрязнение следовыми количествами химических веществ	X	X	X
Психофизиологические исследования и работоспособность:			
Исследование эффективности ручного управления при имитации выполнения задач полета - Эксперимент ПИЛОТ	X		
Исследования в области фундаментальной биологии:			
Инкубатор	X		X
Оранжерея			X
Исследования в области "Микрогравитация"			
Система измерения ускорений в космическом полете (SAMS)			X
Методы кристаллизации белка		X	X

Приложение 11.3: Таблица исследований, проводимых во время экспедиций Фазы 1 (продолжение)

Фаза 1B

	Экспедиция					
Новые технологии:	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Эксперимент по жидкофазному спеканию в печи Оптизон	X					X
Материалы-сверхпроводники в приборах		X				
Коммерческое выращивание кристаллов белка		X				
Коммерческий многоцелевой биопроцессор		X			X	
Эксперимент движения жидкости				X		
Эксперимент АСТРОКУЛЬТУРА						X
Тестовая рентгеновская система						X
Науки о Земле:						
Калибровка и проверка микроволновых датчиков модуля Природа	X*	X*	X*	X*	X*	X*
Сравнение датчиков состава атмосферы на модуле Природа и американских спутниках	X*	X*	X*	X*	X*	X*
Региональная и временная изменчивость основной продуктивности шельфовых вод океана	X*	X*	X*	X*	X*	X*
Мониторинг контрольных участков поверхности Земли и визуальные наблюдения Земли	X	X	X	X	X	X
Проверка достоверности модели взаимодействия биосферы и атмосферы для северных прерий	X*	X*	X*	X*	X*	X*
Проверка достоверности данных наблюдений за осадками с модуля Природа	X*	X*	X*	X*	X*	X*
Документация по съемкам из иллюминаторов ОС Мир				X	X	
* - Датчики модуля Природа, использованные для обеспечения этих экспериментов, были активированы только частично.						
Фундаментальная биология:						
Измерение уровня радиации окружающей среды	X	X	X	X		
Инкубатор - комплексные эксперименты с перепелами на ОС Мир	X					
Оранжерея - Комплексные эксперименты с растениями		X				
Измерение эффективной дозы радиации при ВКД			X	X		
Влияние стресса, обусловленного космическим полетом, на клеточные механизмы растений			X			
Перчаточный бокс стойки SIA			X			
Анализ развития семян, выращиваемых на ОС Мир				X		
Влияние гравитации на циркадные ритмы насекомых				X		
Активная дозиметрия заряженных частиц					X	
Медико-биологические исследования:						
Воздействие космического полета на контроль взора	X					
Предупреждающая позная активность ("поза ожидания")	X					
Оценка свойств и характеристик скелетных мышц		X				
Влияние длительного космического полета на координацию движений головы, глаз и туловища во время локомоции	X	X				
Оценка функции гуморального иммунитета	X	X	X		X	X

Приложение 11.3: Таблица исследований, проводимых во время экспедиций Фазы 1 (продолжение)

Фаза 1В (продолжение)

	Экспедиция					
Медико-биологические исследования (продолжение):	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Нарушение и восстановление минерального состава костной ткани	X	X	X	X	X	X
Сбор проб исходной и регенерированной воды на ОС Мир	X	X	X*	X*	X*	X*
Анализ летучих органических веществ на ОС Мир	X	X	X*	X*	X*	X*
Микробиологические исследования экипажа ОС Мир		X	X*	X*	X*	X*
Газоанализатор для метаболического анализа физиологии дыхания	X	X	X	X		
ЯМР-исследования для изучения воздействия микрогравитации	X	X	X	X	X	X
Белковый обмен	X	X				
Оценка риска развития почечно-каменной болезни	X	X			X	X
Взаимоотношения между членами экипажа и между экипажем и наземным персоналом		X	X	X	X	X
Комплекс экспериментов "Сон"			X	X	X	
Внутренняя система отсчета человека для сенсомоторных преобразований			X	X		
Исследования сердечно-сосудистой системы					X	X
* - выполняется в рамках программы по космической медицине						
Эксперименты по снижению риска на МКС:						
Измерение уровня акустических шумов на ОС Мир	X					
Эксперимент по стабильности относительной привязки ОС Мир и Шаттла	X	X				
Усовершенствованные датчики динамической нагрузки	X		X		X	
Определение характеристик электрического поля на ОС Мир	X	X	X			
Коллектор орбитального мусора	X	X	X	X	X	
Пассивный оптический коллектор № 1 и № 2	X	X	X	X	X	
Коллектор микрометеоритов в виде полированной пластины	X	X	X	X	X	
Микробиологический мониторинг воды		X	X	X*	X*	
Эксперимент по определению динамических характеристик конструкции ОС Мир		X	X	X	X	
Монитор оптических характеристик			X	X	X	
Монитор активности и воздействия космической радиации					X	X
Тестовая портативная компьютерная система					X	X
Переносной космический спектрорефлектометр					X	
Оборудование для мониторинга уровня радиации					X	X
* - выполняется в рамках программы по космической медицине						
Исследования в области "Микрогравитация":						
Эксперимент по исследованию поверхности раздела	X					
Пламя свечи в условиях микрогравитации	X					
Распространение пламени в потоке газа	X					
Исследование жидкостных перемычек в присутствии капиллярных сил			X			
Распространение пламени по цилиндрическим поверхностям в противопотоке окислителя			X			
Исследование бинарных коллоидных смесей		X			X	
Система пассивного акселерометра		X				
Операции с биотехнологической системой	X	X	X	X	X	X
Биотехнологический эксперимент по диагностике			X	X	X	

Приложение 11.3: Таблица исследований, проводимых во время экспедиций Фазы 1 (продолжение)

Фаза 1В (продолжение)

	Экспедиция					
Исследования в области "Микрогравитация":	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Исследование роста культуры хрящевой ткани в условиях космического полета		X				
Биохимия трехмерного выращивания тканей					X	
Биотехнологический эксперимент "Сокультивирование" (CoCulture)						X
Исследования по механике гранулированных материалов	X				X	
Операции с перчаточным боксом MGBx	X	X	X	X	X	
Операции с виброизолирующей платформой для условий микрогравитации	X		X		X	X
Технологическая оценка MIM	X					
Эксперимент по диффузии жидких металлов			X			
Эксперимент по исследованию диффузии в жидкой фазе			X		X	X
Выращивание кристаллов белка (PCG)/сосуд Дьюара с газообразным азотом	X	X	X	X		X
Аппарат для диффузионно-контролируемой кристаллизации белка	X	X	X	X		X
Система измерения ускорений в космическом полете (SAMS)	X	X	X	X	X	X
Исследование гелеобразования в коллоидных смесях				X		
Канадский эксперимент по кристаллизации белков					X	
Интерферометрическое исследование роста кристаллов белка					X	
Космические исследования:						
Эксперимент по возвращению образцов с ОС Мир	X	X	X			
Эксперимент по изучению воздействия частиц				X	X	X

Приложение 11.4: Послеполетные отчеты по Фазе 1

ФАЗА 1А
МАТЕРИАЛЫ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В МАРТЕ 1998 Г.

ВВЕДЕНИЕ v

РАЗДЕЛ 1: ОТЧЕТЫ ПО ИССЛЕДОВАНИЯМ МЕТАБОЛИЗМА **1-1**

1.1.1 Гомеостаз жидкостей и электролитов, динамика метаболизма кальция и костной ткани, масса и жизнеспособность эритроцитов (Мир 18, Заключительный отчет по научной программе) 1-3

1.1.3 Оценка риска развития почечно-каменной болезни во время длительного космического полета (Мир 18, Заключительный отчет по научной программе) 1-9

1.2.3 Метаболическая реакция на физическую нагрузку (Мир 18, Заключительный отчет по научно программе 1-19

1.3.1 Хронофизиология и изменения фармакокинетики во время длительного космического полета (Мир 18, Заключительный отчет по научной программе) 1-25

1.4.2 Оценка функции гуморального иммунитета во время длительного космического полета (STS-71, Заключительный научный отчет по научной программе) 1-35

1.4.3 Реактивация латентных вирусов у экипажа ОС Мир (Мир 18, Заключительный отчет по научной программе) 1-41

1.4.3 Реактивация латентных вирусов у экипажа ОС Мир (Мир 19, Заключительный отчет по научной программе) 1-49

1.4.4 Фенотипический и функциональный анализы периферических мононуклеарных клеток во время длительного космического полета (STS-71, Заключительный отчет по научной программе) 1-55

РАЗДЕЛ 2: ОТЧЕТЫ ПО ИССЛЕДОВАНИЯМ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ И ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ **2-1**

2.1.1 Исследования ортостатической неустойчивости с применением устройства создания отрицательного давления на нижнюю половину тела (ОДНТ) (Мир 18, Заключительный отчет по научной программе) 2-3

2.1.2 Изучение механизмов, лежащих в основе ортостатической неустойчивости, посредством амбулаторного мониторинга, исследований барорефлекса и пробы Валсальвы (STS-71, Заключительный отчет по научной программе) 2-11

2.2.1 Оценка аэробной работоспособности с использованием дозированной физической нагрузки на велоэргометре (Мир 18, Заключительный отчет по научной программе) 2-19

2.2.2 Оценка терморегуляции во время длительного космического полета (Мир 18, Заключительный отчет по научной программе) 2-31

2.3.1 Физиологические реакции во время спуска на Шаттле (STS-71, Заключительный отчет по научной программе) 2-43

РАЗДЕЛ 3: ОТЧЕТЫ ПО НЕЙРО-СЕНСОРНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ **3-1**

3.1.1 Оценка свойств и характеристик скелетных мышц (Мир 18, Заключительный отчет по научной программе) 3-3

3.1.2 Морфологические, гистохимические, ультра-структурные характеристики скелетных мышц (Мир 18, Заключительный отчет по научной программе) 3-13

3.2.1 Координация глаз-голова во время фиксации мишени (Мир 18/19, Заключительный отчет по научной программе) 3-25

3.2.4 Исследование биомеханики движений при локомоции (Мир 18, Заключительный отчет по научной программе) 3-53

3.2.4 Исследование биомеханики движений при локомоции (Мир 19, Заключительный отчет по научной программе) 3-69

3.2.4 Изменения в способности контроля равновесия во время длительного космического полета (Мир 18, Заключительный отчет по научной программе) 3-79

3.2.4 Изменения в способности контроля равновесия во время длительного космического полета (Мир 19, Заключительный отчет по научной программе) 3-91

3.2.4 Предупреждающая позная активность ("поза ожидания") (POSA) (Мир 18, Заключительный отчет по научной программе) 3-103

3.2.4 Предупреждающая позная активность ("поза ожидания") (POSA) (Мир 19, Заключительный отчет по научной программе) 3-109

РАЗДЕЛ 4: ОТЧЕТЫ ПО ТЕМЕ "САНИТАРИЯ, ГИГИЕНА, РАДИАЦИЯ" 4-1

4.1 Микробиологические исследования окружающей среды и экипажа ОС Мир (Мир 18, Заключительный отчет по научной программе) 4-3

4.1 Микробиологические исследования окружающей среды и экипажа ОС Мир (Мир 19, Заключительный отчет по научной программе) 4-61

4.2.1 Измерения уровня радиации во время полета (Мир 18, Заключительный научный отчет по научной программе) 4-93

4.2.6 Цитогенетические изменения лимфоцитов крови человека под воздействием космической радиации (Мир 18, Заключительный отчет по научной программе) 4-103

4.3 Токсикологическая оценка загрязнения воздуха (Мир 18, Заключительный отче по научной программе) 4-111

4.3 Токсикологическая оценка загрязнения воздуха (Мир 19, Заключительный отчет по научной программе) 4-125

4.3 Загрязнение следовыми количествами химических веществ: Качество воды (Мир 18, Заключительный отчет по научной программе) 4-153

4.3 Загрязнение следовыми количествами химических веществ: Качество воды (Мир 19, Заключительный отчет по научной программе) 4-167

РАЗДЕЛ 5: ОТЧЕТЫ ПО ТЕМЕ "ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ" 5-1

5.2.2 Исследование эффективности ручного управления при имитации выполнения задач полета - Эксперимент ПИЛОТ (Мир 18, Заключительный отчет по научной программе) 5-3

РАЗДЕЛ 6: ОТЧЕТЫ ПО ИССЛЕДОВАНИЯМ В ОБЛАСТИ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ БИОЛОГИИ **6-1**

6.1.1 Эксперимент Инкубатор (Мир 18/19, Заключительный отчет по научной программе) 6-3

6.1.2 Оранжерея - Комплексные эксперименты с растениями на ОС Мир (Мир 19, Заключительный отчет по научной программе) 6-7

РАЗДЕЛ 7: МИКРОГРАВИТАЦИЯ **7-1**

7.1.1 Система измерения ускорений в космическом полете (SAMS) (SAMS) (Мир 19, Заключительный отчет по научной программе) 7-3

Приложение 11.4: Послеполетные отчеты по Фазе 1 (продолжение)

ФАЗА 1B, 1-ЫЙ КВАРТАЛ
МАТЕРИАЛЫ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В МАЕ 1997 Г.

ВВЕДЕНИЕ		**xii**
РАЗДЕЛ 1:	**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**	**1-1**
CGBA	Коммерческий многоцелевой биопроцессор (HACA 3, Отчет по выполненным операциям)	1-3
LPS	Эксперимент по жидкофазному спеканию в печи Оптизон (OLiPSE-01) (HACA 2, Отче по выполненным операциям)	1-5
РАЗДЕЛ 2:	**НАУКИ О ЗЕМЛЕ**	**2-1**
OBS	Визуальные наблюдения Земли (HACA 2, Отчет по выполненным операциям)	2-3
OBS	Визуальные наблюдения Земли (HACA 3, Отчет по выполненным операциям)	2-21
РАЗДЕЛ 3:	**ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ**	**3-1**
Radiation	Измерение уровня радиации окружающей среды на ОС Мир (HACA 2, Отчет по выполненным операциям)	3-3
Radiation	Измерение уровня радиации окружающей среды на ОС Мир (HACA 3, Отчет по выполненным операциям)	3-5
Svet	Оранжерея - Комплексные эксперименты с растениями на ОС Мир (HACA 3, Отчет по выполненным операциям)	3-7
Incubator	Эксперимент Инкубатор (HACA 2, Отчет по выполненным операциям)	3-13
РАЗДЕЛ 4:	**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**	**4-1**
SSAS	Анализ летучих органических веществ на ОС Мир (HACA 2, Отчет по выполненным операциям)	4-5
SSAS	Анализ летучих органических веществ на ОС Мир (HACA 3, Отчет по выполненным операциям)	4-9
Posa	Предупреждающая позная активность ("поза ожидания") (HACA 2, Отчет по выполненным операциям)	4-13
Immunity	Оценка функции гуморального иммунитета во время длительного космического полета (HACA 2, Отчет по выполненным операциям)	4-21
Immunity	Оценка функции гуморального иммунитета во время длительного космического полета (HACA 3, Отчет по выполненным операциям)	4-23
Bone	Нарушение и восстановление минерального состава костной ткани после полетов Шаттл-Мир (HACA 2, Отчет по выполненным операциям)	4-25
Bone	Нарушение и восстановление минерального состава костной ткани после полетов Шаттл-Мир (HACA 3, Отчет по выполненным операциям)	4-27
Water	Сбор проб исходной и регенерированной воды на станции Мир для послеполетного анализа (HACA 2, Отчет по выполненным операциям)	4-29

Water	Сбор проб исходной и регенерированной воды на станции Мир для послеполетного анализа (НАСА 3, Отчет по выполненным операциям)	4-33
Interaction	Взаимоотношения между членами экипажа и между экипажем и наземным персоналом во время полетов по программе НАСА-Мир (НАСА 3, Отчет по выполненным операциям)	4-37
Posture	Влияние длительного космического полета на координацию движений головы, глаз и туловища во время локомоции (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	4-39
Posture	Влияние длительного космического полета на координацию движений головы, глаз и туловища во время локомоции (НАСА 3, Отчет по выполненным операциям)	4-47
Gaze	Воздействие длительного космического полета на контроль взора (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	4-55
Exercise	Оценка свойств и характеристик скелетных мышц (НАСА 3, Отчет по выполненным операциям)	4-67
GASMAP	Газоанализатор для метаболического анализа физиологии дыхания (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	4-69
MRI	ЯМР-исследования для изучения воздействия микрогравитации (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	4-71
MRI	ЯМР-исследования для изучения воздействия микрогравитации (НАСА 3, Отчет по выполненным операциям)	4-73
Micro	Микробиологические исследования окружающей среды и экипажа ОС Мир (НАСА 3, Отчет по выполненным операциям)	4-75
Protein	Белковый обмен во время длительных космических полетов (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	4-85
Protein	Белковый обмен во время длительных космических полетов (НАСА 3, Отчет по выполненным операциям)	4-87
Renal	Оценка риска развития почечно-каменной болезни во время длительного космического полета (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	4-89
Renal	Оценка риска развития почечно-каменной болезни во время длительного космического полета (НАСА 3, Отчет по выполненным операциям)	4-93
РАЗДЕЛ 5:	**МИКРОГРАВИТАЦИЯ**	**5-1**
DCAM	Дифузионно-контролируемая кристаллизация белка (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	5-3
DCAM	Дифузионно-контролируемая кристаллизация белка (НАСА 3, Отчет по выполненным операциям)	5-5
BCAT	Исследование бинарных коллоидных смесей (НАСА 3, Отчет по выполненным операциям)	5-7
CFM	Пламя свечи в условиях микрогравитации (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	5-9
Cartilage	Исследование роста культуры хрящевой ткани в условиях космического полета (НАСА 3, Отчет по выполненным операциям)	5-11
FFFT	Распространение пламени в потоке газа (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	5-13
ICE	Эксперимент по исследованию поверхности раздела - MGBX (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	5-15
MGM	Исследования по механике гранулированных материалов (STS-79, Отчет по выполненным операциям)	5-17

Glovebox	Перчаточный бокс (MGBX) (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	5-21
Glovebox	Перчаточный бокс (MGBX) (НАСА 3, Отчет по выполненным операциям)	5-23
MIM	Виброизолирующая платформа для условий микрогравитации (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	5-25
PCG-Dewar	Выращивание кристаллов белка (PCG)/сосуд Дьюара с газообразным азотом (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	5-27
PCG-Dewar	Выращивание кристаллов белка (PCG)/сосуд Дьюара с газообразным азотом (НАСА 3, Отчет по выполненным операциям)	5-29
QUELD	Эксперимент по исследованию диффузии в жидкой фазе (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	5-31
SAMS	Система измерения ускорений в космическом полете (SAMS) (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	5-33
SAMS	Система измерения ускорений в космическом полете (SAMS) (НАСА 3, Отчет по выполненным операциям)	5-35
TEM	Технологическая оценка MIM (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	5-37
РАЗДЕЛ 6:	**КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**	**6-1**
MSRE	Эксперимент по возвращению образцов с ОС Мир (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	6-3
PIE	Эксперимент по изучению воздействия частиц (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	6-5

Приложение 11.4: Послеполетные отчеты по Фазе 1 (продолжение)

ФАЗА 1В, 2-ОЙ КВАРТАЛ
МАТЕРИАЛЫ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В АВГУСТЕ 1997 Г.

ВВЕДЕНИЕ		vii
РАЗДЕЛ 1:	**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**	**1-1**
LPS	Эксперимент по жидкофазному спеканию в печи Оптизон (OLiPSE-01) (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	1-2
РАЗДЕЛ 2:	**НАУКИ О ЗЕМЛЕ**	**2-1**
OBS	Визуальные наблюдения Земли (OBS) (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	2-3
РАЗДЕЛ 3:	**ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ**	**3-1**
Radiation	Измерение уровня радиации окружающей среды на ОС Мир (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	3-3
Incubator	Эксперимент Инкубатор (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	3-9
РАЗДЕЛ 4:	**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**	**4-1**
SSAS	Анализ летучих органических веществ на ОС Мир (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	4-3
Posa	Предупреждающая позная активность ("поза ожидания") (Posa) (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	4-19
Immunity	Оценка функции гуморального иммунитета во время длительного космического полета (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	4-27
Bone	Нарушение и восстановление минерального состава костной ткани после полетов Шаттл-Мир (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	4-29
Water	Сбор проб исходной и регенерированной воды на станции Мир для послеполетного анализа (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	4-35
Coordination	Влияние длительного космического полета на координацию движений головы, глаз и туловища во время локомоции (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	4-59
Gaze	Воздействие длительного космического полета на контроль взора (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	4-77
MRI	ЯМР-исследования для изучения воздействия микрогравитации (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	4-89
Protein	Белковый обмен во время длительных космических полетов (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	4-95
Renal	Оценка риска развития почечно-каменной болезни во время длительного космического полета (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	4-101
РАЗДЕЛ 5:	**МИКРОГРАВИТАЦИЯ**	**5-1**
BTS	Операции с биотехнологической системой (НАСА 2, Отчет по выполненным операциям)	5-3

BTS	Операции с биотехнологической системой (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	5-7
CFM	Пламя свечи в условиях микрогравитации (CFM) (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	5-19
CPCG	Коммерческое выращивание кристаллов белка (CPCG) (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	5-29
FFFT	Распространение пламени в потоке газа (FFFT) (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	5-33
ICE	Эксперимент по исследованию поверхности раздела - MGBX (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	5-37
MGM	Исследования по механике гранулированных материалов (MGM) (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	5-41
MGBX	Перчаточный бокс (MGBX) (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	5-59
MIM	Виброизолирующая платформа для условий микрогравитации (MIM) (НАСА 3, Отчет по выполненным операциям)	5-61
PAS	Система пассивного акселерометра (PAS) (НАСА 3, Отчет по выполненным операциям)	5-63
QUELD	Эксперимент по исследованию диффузии в жидкой фазе (QUELD) (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	5-65
TEM	Технологическая оценка MIM (TEM) (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	-71

Приложение 11.4: Послеполетные отчеты по Фазе 1 (продолжение)

ФАЗА 1В, 3-ИЙ КВАРТАЛ
МАТЕРИАЛЫ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В ЯНВАРЕ 1998 Г.

ВВЕДЕНИЕ		i
РАЗДЕЛ 1:	**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**	**1-1**
CGBA	Коммерческий многоцелевой биопроцессор (CGBA) (HACA 3, Предварительный отчет по научной программе)	1-3
РАЗДЕЛ 2:	**НАУКИ О ЗЕМЛЕ**	**2**
OBS	Визуальные наблюдения Земли (OBS) (HACA 3, Предварительный отчет по научной программе)	36
OBS	Визуальные наблюдения Земли (OBS) (HACA 4, Отчет по выполненным операциям)	48
РАЗДЕЛ 3:	**ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ**	**57**
BRIC	Влияние стресса, обусловленного космическим полетом, на клеточные механизмы растений (HACA 4, Отчет по выполненным операциям)	59
Dose	Измерение эффективной дозы радиации при ВКД (HACA 4, Отчет по выполненным операциям)	63
Radiation	Измерение уровня радиации окружающей среды на ОС Мир (HACA 3, Предварительный отчет по научной программе)	65
Radiation	Измерение уровня радиации окружающей среды на ОС Мир (HACA 4, Отчет по выполненным операциям)	71
Svet	Оранжерея - Комплексные эксперименты с растениями на ОС Мир (HACA 3, Предварительный отчет по научной программе)	73
SIGB	Проверка оборудования перчаточного бокса стойки SIA (HACA 4, Отчет по выполненным операциям)	111
РАЗДЕЛ 4:	**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**	**113**
Water	Послеполетный анализ проб воды ОС Мир (HACA 4, Отчет по выполненным операциям)	117
SSAS	Анализ летучих органических веществ на ОС Мир (HACA 3, Предварительный отчет по научной программе)	121
Immunity	Оценка функции гуморального иммунитета во время длительного космического полета (HACA 3, Предварительный отчет по научной программе)	135
Immunity	Оценка функции гуморального иммунитета во время длительного космического полета (HACA 4, Отчет по выполненным операциям)	137
Bone	Нарушение и восстановление минерального состава костной ткани после полетов Шаттл-Мир (HACA 3, Предварительный отчет по научной программе)	139
Bone	Нарушение и восстановление минерального состава костной ткани после полетов Шаттл-Мир (HACA 4, Отчет по выполненным операциям)	145
Water	Сбор проб исходной и регенерированной воды на станции Мир для послеполетного анализа (HACA 3, Предварительный отчет по научной программе)	147

Interaction Взаимоотношения между членами экипажа и между экипажем и наземным персоналом во время полетов по программе НАСА-Мир (НАСА 3, Предварительный отчет по научной программе) 173

Interaction Взаимоотношения между членами экипажа и между экипажем и наземным персоналом во время полетов по программе НАСА-Мир (НАСА 4, Отчет по выполненным операциям) 177

Coordination Влияние длительного космического полета на координацию движений головы, глаз и туловища во время локомоции (НАСА 3, Предварительный отчет по научной программе) 179

Coordination Влияние длительного космического полета на координацию движений головы, глаз и туловища во время локомоции (НАСА 4, Отчет по выполненным операциям) 189

Exercise Оценка свойств и характеристик скелетных мышц (НАСА 3, Предварительный отчет по научной программе) 197

Orientation Внутренняя система отсчета человека для сенсомоторных преобразований (НАСА 4, Отчет по выполненным операциям) 199

MRI ЯМР-исследования для изучения воздействия микрогравитации (НАСА 3, Предварительный отчет по научной программе) 203

MRI ЯМР-исследования для изучения воздействия микрогравитации (НАСА 4, Отчет по выполненным операциям) 207

Micro Микробиологические исследования окружающей среды и экипажа ОС Мир (НАСА 3, Предварительный отчет по научной программе) 209

Micro Микробиологические исследования окружающей среды и экипажа ОС Мир (НАСА 4, Отчет по выполненным операциям) 219

Protein Белковый обмен во время длительных космических полетов (НАСА 3, Предварительный отчет по научной программе) 229

Renal Оценка риска развития почечно-каменной болезни во время длительного космического полета (НАСА 3, Предварительный отчет по научной программе) 235

Sleep Комплекс экспериментов "Сон" (НАСА 4, Отчет по выполненным операциям) 243

SSAS/GSC Токсикологическая оценка летучих органических веществ на борту (НАСА 4, Отчет по выполненным операциям) 247

РАЗДЕЛ 5: МИКРОГРАВИТАЦИЯ 251

ALB Исследование жидкостных перемычек в присутствии капиллярных сил - MGBX (НАСА 4, Отчет по выполненным операциям) 253

BCAT Исследование бинарных коллоидных смесей (BCAT) (НАСА 3, Предварительный отчет по научной программе) 257

LMD Эксперимент по диффузии жидких металлов (LMD) - MIM (НАСА 4, Отчет по выполненным операциям) 265

MIDAS Материалы-сверхпроводники в приборах (MIDAS) (НАСА 3, Предварительный отчет по научной программе) 267

MGBX Перчаточный бокс (MGBX) (НАСА 4, Отчет по выполненным операциям) 273

OFFS Распространение пламени по цилиндрическим поверхностям в противопотоке окислителя (OFFS) (НАСА 4, Отчет по выполненным операциям) 277

QUELD Эксперимент по исследованию диффузии в жидкой фазе (QUELD) (НАСА 4, Отчет по выполненным операциям) 281

SAMS Система измерения ускорений в космическом полете (SAMS) (SAMS) (НАСА 4, Отчет по выполненным операциям) 285

Приложение 11.4: Послеполетные отчеты по Фазе 1 (продолжение)

ФАЗА 1B, 4-ЫЙ КВАРТАЛ
МАТЕРИАЛЫ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В МАРТЕ 1998 Г.

ВВЕДЕНИЕ i

РАЗДЕЛ 1: НАУКИ О ЗЕМЛЕ 1-1

Window	Съемка из иллюминаторов ОС Мир (НАСА 5, Отчет по выполненным операциям)	1-3
OBS	Визуальные наблюдения Земли (OBS) (НАСА 2, Заключительный отчет по научной программе)	1-15
OBS	Визуальные наблюдения Земли (OBS) (НАСА 4, Предварительный отчет по научной программе)	1-21
OBS	Визуальные наблюдения Земли (OBS) (НАСА 5, Отчет по выполненным операциям)	1-25

РАЗДЕЛ 2: ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ 2-1

BRIC	Влияние стресса, обусловленного космическим полетом, на клеточные механизмы растений (НАСА 4, Предварительный отчет по научной программе)	2-3
Dose	Измерение эффективной дозы радиации при ВКД (НАСА 4, Предварительный отчет по научной программе)	2-9
Beetle	Влияние гравитации на циркадные ритмы насекомых (НАСА 5, Отчет по выполненным операциям)	2-15
Radiation	Измерение уровня радиации окружающей среды на ОС Мир (НАСА 4, Предварительный отчет по научной программе)	2-17
Radiation	Измерение уровня радиации окружающей среды на ОС Мир (НАСА 5, Отчет по выполненным операциям)	2-23
Greenhouse	Анализ развития семян, выращиваемых на ОС Мир (НАСА 5, Отчет по выполненным операциям)	2-25

РАЗДЕЛ 3: МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ 3-1

SSAS	Анализ летучих органических веществ на ОС Мир (НАСА 2, Заключительный отчет по научной программе)	3-3
SSAS	Токсикологическая оценка летучих органических веществ на борту (НАСА 4, Предварительный отчет по научной программе)	3-19
Immunity	Оценка функции гуморального иммунитета во время длительного космического полета (НАСА 2, Заключительный отчет по научной программе)	3-47
Bone	Нарушение и восстановление минерального состава костной ткани после полетов Шаттл-Мир (НАСА 5, Отчет по выполненным операциям)	3-49
Water	Сбор проб исходной и регенерированной воды на станции Мир для послеполетного анализа (НАСА 2, Заключительный отчет по научной программе)	3-51
Water	Послеполетный анализ проб воды ОС Мир (НАСА 4, Предварительный отчет по научной программе)	3-81
Water	Послеполетный анализ проб воды ОС Мир (НАСА 5, Отчет по выполненным операциям)	3-101
Interaction	Взаимоотношения между членами экипажа и между экипажем и наземным персоналом во время полетов по программе НАСА-Мир (НАСА 4, Предварительный отчет по научной программе)	3-105

Interaction Взаимоотношения между членами экипажа и между экипажем и наземным персоналом во время полетов по программе НАСА-Мир (НАСА 5, Отчет по выполненным операциям) 3-109

Orientation Внутренняя система отсчета человека для сенсомоторных преобразований (НАСА 4, Предварительный отчет по научной программе) 3-111

MRI ЯМР-исследования для изучения воздействия микрогравитации (НАСА 2, Заключительный отчет по научной программе) 3-117

MRI ЯМР-исследования для изучения воздействия микрогравитации (НАСА 4, Предварительный отчет по научной программе) 3-125

Micro Микробиологические исследования окружающей среды и экипажа ОС Мир (НАСА 5, Отчет по выполненным операциям) 3-129

Protein Белковый обмен во время длительных космических полетов (НАСА 2, Заключительный отчет по научной программе) 3-133

Renal Оценка риска развития почечно-каменной болезни во время длительного космического полета (НАСА 2, Заключительный отчет по научной программе) 3-139

Sleep (E639) Комплекс экспериментов "Сон": Циркадные ритмы человека и сон в космическом пространстве (НАСА 4, Предварительный отчет по научной программе) 3-145

РАЗДЕЛ 4: МИКРОГРАВИТАЦИЯ 4-1

DCAM Дифузионно-контролируемая кристаллизация белка (DCAM) (НАСА 2, Заключительный отчет по научной программе) 4-3

DCAM Дифузионно-контролируемая кристаллизация белка (DCAM) (НАСА 5, Отчет по выполненным операциям) 4-7

CFM Пламя свечи в условиях микрогравитации (CFM) (НАСА 2, Заключительный отчет по научной программе) 4-9

CGEL Исследование гелеобразования в коллоидных смесях (CGEL) (НАСА 5, Отчет по выполненным операциям) 4-19

CPCG Коммерческое выращивание кристаллов белка (CPCG) (STS-79, Заключительный отчет по научной программе) 4-21

CPCG Коммерческое выращивание кристаллов белка (CPCG) (STS-86, Отчет по выполненным операциям) 4-29

ICE Эксперимент по исследованию поверхности раздела - MGBX (НАСА 2, Заключительный отчет по научной программе) 4-33

PCG-VDA Эксперимент по выращиванию кристаллов белка (PCG) VDA-2 (STS-84, Предварительный отчет по научной программе) 4-41

SAMS Система измерения ускорений в космическом полете (SAMS) на ОС Мир (НАСА 2, Заключительный отчет по научной программе) 4-47

SAMS Система измерения ускорений в космическом полете (SAMS) на ОС Мир (НАСА 3, Предварительный отчет по научной программе) 4-59

SAMS Система измерения ускорений в космическом полете (SAMS) на ОС Мир (НАСА 5, Отчет по выполненным операциям) 4-61

TEM Технологическая оценка MIM (TEM) (НАСА 2, Заключительный отчет по научной программе) 4-65

РАЗДЕЛ 5: КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ 5-1

PIE Эксперимент по изучению воздействия частиц (PIE) (НАСА 4, Предварительный отчет по научной программе) 5-3

Приложение 11.4: Послеполетные отчеты по Фазе 1 (продолжение)

ФАЗА 1B, 5-ЫЙ КВАРТАЛ
МАТЕРИАЛЫ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В ИЮНЕ 1998 Г.

ВВЕДЕНИЕ		i
РАЗДЕЛ 1:	**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**	**1-1**
CGBA	Коммерческий многоцелевой биопроцессор (CGBA) (HACA 3, Заключительный отчет по научной программе)	1-3
CGBA	Коммерческий многоцелевой биопроцессор (CGBA) (HACA 6, Отчет по выполненным операциям)	1-8
MIDAS	Материалы-сверхпроводники в приборах (MIDAS) (HACA 3, Заключительный отчет по научной программе)	1-11
РАЗДЕЛ 2:	**НАУКИ О ЗЕМЛЕ**	**2-1**
Window	Съемка из иллюминаторов ОС Мир (HACA 5, Предварительный отчет по научной программе)	2-3
Window	Съемка из иллюминаторов ОС Мир (HACA 6, Отчет по выполненным операциям)	2-11
OBS	Визуальные наблюдения Земли (OBS) (HACA 3, Заключительный отчет по научной программе)	2-17
OBS	Визуальные наблюдения Земли (OBS) (HACA 6, Отчет по выполненным операциям)	2-41
РАЗДЕЛ 3:	**ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ**	**3-1**
Dosimetry	Активная дозиметрия заряженных частиц (HACA 6, Отчет по выполненным операциям)	3-3
Beetle	Влияние гравитации на циркадные ритмы насекомых (HACA 5, Предварительный отчет по научной программе)	3-5
Greenhouse	Оранжерея - Комплексные эксперименты с растениями на ОС Мир (HACA 3, Заключительный отчет по научной программе)	3-13
Greenhouse	Анализ развития семян, выращиваемых на ОС Мир (HACA 5, Предварительный отчет по научной программе)	3-63
Incubator	Эксперимент Инкубатор (HACA 2, Заключительный отчет по научной программе)	3-73
РАЗДЕЛ 4:	**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**	**4-1**
Water	Послеполетный анализ проб воды ОС Мир (HACA 5, Предварительный отчет по научной программе)	4-3
Water	Послеполетный анализ проб воды ОС Мир (HACA 6, Отчет по выполненным операциям)	4-13
SSAS	Анализ летучих органических веществ на ОС Мир (HACA 3, Заключительный отчет по научной программе)	4-19
Immunity	Оценка функции гуморального иммунитета во время длительного космического полета (HACA 6, Отчет по выполненным операциям)	4-41
Bone	Нарушение и восстановление минерального состава костной ткани после полетов Шаттл-Мир (HACA 3, Заключительный отчет по научной программе)	4-43
Bone	Нарушение и восстановление минерального состава костной ткани после полетов Шаттл-Мир (HACA 5, Предварительный отчет по научной программе)	4-49
Bone	Нарушение и восстановление минерального состава костной ткани после полетов Шаттл-Мир (HACA 6, Отчет по выполненным операциям)	4-55

Interaction	Взаимоотношения между членами экипажа и между экипажем и наземным персоналом во время полетов по программе НАСА-Мир (НАСА 3, Заключительный отчет по научной программе)	4-57
Interaction	Взаимоотношения между членами экипажа и между экипажем и наземным персоналом во время полетов по программе НАСА-Мир (НАСА 6, Отчет по выполненным операциям)	4-61
MRI	ЯМР-исследования для изучения воздействия микрогравитации (НАСА 3, Заключительный отчет по научной программе)	4-63
MRI	ЯМР-исследования для изучения воздействия микрогравитации (НАСА 5, Предварительный отчет по научной программе)	4-75
MRI	ЯМР-исследования для изучения воздействия микрогравитации (НАСА 6, Отчет по выполненным операциям)	4-79
Protein	Белковый обмен во время длительных космических полетов (НАСА 3, Заключительный отчет по научной программе)	4-81
Renal	Оценка риска развития почечно-каменной болезни во время длительного космического полета (НАСА 3, Заключительный отчет по научной программе)	4-87
Renal	Оценка риска развития почечно-каменной болезни во время длительного космического полета (НАСА 6, Отчет по выполненным операциям)	4-93
РАЗДЕЛ 5:	**МИКРОГРАВИТАЦИЯ**	**5-1**
DCAM	Дифузионно-контролируемая кристаллизация белка (DCAM) (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	5-5
DCAM	Дифузионно-контролируемая кристаллизация белка (DCAM) (НАСА 3, Предварительный отчет по научной программе)	5-11
DCAM	Дифузионно-контролируемая кристаллизация белка (DCAM) (НАСА 4, Отчет по выполненным операциям)	5-17
ALB	Исследование жидкостных перемычек в присутствии капиллярных сил - MGBX (НАСА 4, Предварительный отчет по научной программе)	5-21
BTS	Операции с биотехнологической системой (НАСА 4, Отчет по выполненным операциям)	5-25
BTS	Операции с биотехнологической системой (НАСА 5, Отчет по выполненным операциям)	5-31
Cartilage	Исследование роста культуры хрящевой ткани в условиях космического полета -BTS (НАСА 3, Предварительный отчет по научной программе)	5-35
MGM	Исследования по механике гранулированных материалов (MGM) (STS-79, Заключительный отчет по научной программе)	5-41
MGM	Исследования по механике гранулированных материалов (MGM) (STS-89, Отчет по выполненным операциям)	5-51
MGBX	Операции с перчаточным боксом MGBx (НАСА 5, Отчет по выполненным операциям)	5-55
PAS	Система пассивного акселерометра (PAS) (НАСА 3, Заключительный отчет по научной программе)	5-57
PCG-Dewar	Выращивание кристаллов белка (PCG)/сосуд Дьюара с газообразным азотом (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе)	5-67
PCG-Dewar	Выращивание кристаллов белка (PCG)/сосуд Дьюара с газообразным азотом (НАСА 2, Заключительный отчет по научной программе)	5-71
PCG-Dewar	Выращивание кристаллов белка (PCG)/сосуд Дьюара с газообразным азотом (НАСА 3, Предварительный отчет по научной программе)	5-75
PCG-Dewar	Выращивание кристаллов белка (PCG)/сосуд Дьюара с газообразным азотом (НАСА 3, Заключительный отчет по научной программе)	5-79
PCG-Dewar	Выращивание кристаллов белка (PCG)/сосуд Дьюара с газообразным азотом (НАСА 4, Отчет по выполненным операциям)	5-83

SAMS Система измерения ускорений в космическом полете (SAMS) на ОС Мир (НАСА 2, Предварительный отчет по научной программе) 5-85

SAMS Система измерения ускорений в космическом полете (SAMS) на ОС Мир (НАСА 4, Предварительный отчет по научной программе) 5-87

SAMS Система измерения ускорений в космическом полете (SAMS) на ОС Мир (НАСА 6, Отчет по выполненным операциям) 5-99

Приложение 11.5: Перечень рецензируемых публикаций по программе Фазы 1

Арзамазов Г. С., Уитсон П. А., Ларина О. Н., Пастушкова Л. Х., Пак С. У. С. "Оценка факторов риска возникновения мочекаменной болезни у космонавтов во время длительных космических полетов." *Авиакосмическая и экологическая медицина* 30(3): 24-32, (1996 г.).

Бадхвар Г. Д. "Скорость дрейфа южно-атлантической аномалии." *J. Geophys. Res.*, том 102, стр. 2343-2349, (февр. 1997 г).

Бадхвар Г. Д. "Радиационные условия на низкой околоземной орбите." *Radiation Research*, 148 (5 Suppl): S3-10, (1997 г.).

Бадхвар Г. Д., Этуэлл, У., Кэш Б., Петров В. М., Акатов Ю. А., Черняк И. В., Шуршаков В. А. и Архангельский В. А. "Радиационные условия на ОС Мир при минимальной солнечной активности." *Adv. Space Res.*, (1997 г.) (принято к публикации).

Бадхвар Г. Д., Кусинотта Ф. А. "Адсорбированная доза, эквивалентная доза и спектр ЛПЭ галактических космических лучей и захваченной радиации в полиэтилене в зависимости от его толщины и сравнения с модельными экспериментами". *Radiation Research*, 149: 209-218, (1998 г.).

Бадхвар Г. Д., Шуршаков В. А. и Цетлин В. В. "Солнечная модуляция мощности дозы на борту ОС *Мир*." *IEEE Nucl. Science*, 1997 г. (представлено к публикации).

Бингхэм Г. И., Сэлисбури Ф. Б., Кэмпбелл У. Ф. и Кармэн Дж. Г. "Эксперимент "Оранжерея 2", Спейслэб, Мир-1". *Microgravity Science and Technology*, 18(3):58-65, (1994 г.).

Бингхэм Г. И., Сэлисбури Ф. Б., Кэмпбелл У. Ф., Кармэн Дж. Г., Йендлер Б. У., Сычев В. С., Беркович Ю. Б., Левинских М. А. и Подольский И. "Эксперимент "Оранжерея-2", Спейслэб, Мир-1." *Adv. Space Res.* 18:225-232, (1996 г.).

Фортни С. М., Михайлов В., Ли С. М. Ч., Кобзев Ю., Гонзалес Р. Р. и Гринлиф Дж. И. "Температура тела и терморегуляция после 115-суточного космического полета." *Aviat. Space Environ. Med.* (**В печати**).

Фрид Л. И., Лэнгер Р., Мартин И., Пеллис Н. и Ванджак-Новаковик Г. "Исследование роста культуры хрящевой ткани в условиях космического полета." *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, том 94, стр. 13885-13890, (1997 г.).

Приложение 11.5: Перечень рецензируемых публикаций по программе Фазы 1 (продолжение)

Фритч-Йелле Дж. М., Лейенбергер У. А., Д'Аунно Д. С., Россум А. Ч., Браун Т. И., Вуд М. Д., Джозефсон М. И., Голдбергер А. Л. "Случай желудочковой тахикардии во время длительного космического полета." *American Journal of Cardiology*, **в печати** (1998 г.).

Джонс С. Б. и Ор Дани. "Воздействия микрогравитации на поток воды и распределение воды в ненасыщенной пористой среде: Анализы летного эксперимента". *Soil Science*. В печати.

Козляк С., Леджа С. и Макферсон А. "Кристаллизация биологических макромолекул из замороженных образцов на борту российской космической станции *Мир*." *Biotech. and Bioeng.*, том 52, стр. 449-458, (1996 г.).

Лэйн Ч. С., Лэнг Г. У., Пруэтт С. Дж., Макдональд П. В., Меркл Л. А., Смит С. Л., Козловская И. Б. и Блумберг Дж. Дж., "Адаптация механизмов нейромышечной активности во время локомоции после длительного космического полета." *Acta Astronautica*, **в печати**, 1998 г.

Лэйн Ч. С., Мулавара А. П., Макдональд П. В., Козловская И. Б., Пруэтт С. Дж. и Блумберг Дж. Дж. "Воздействие давления стопы на механизмы нейромышечной активности во время космического полета." *J. Neurophys.* **В печати** (редакция), (1997 г.).

Сэлисбури Ф. Б., Бингхэм Г. И., Кэмпбелл У. Ф., Кармэн Дж. Г., Бубенхейм Д. Л., Йендлер Б., Джанс Г. "Выращивание супер-карликовой пшеницы в эксперименте "Свет" на борту ОС Мир." *Life Support and Biosphere Science*, 2:31-39, (1995 г.).

Стур С., Костес Н. С., Батист С., Ланктон М., Алшибли К., Джеремик Б., Свансон Р. и Франк М. "Исследования по механике гранулированных материалов при незначительных эффективных нагрузках." **Принято** к печати в *журнале J Aerospace Engineering*, июль 1998 г.

Янг Т. С., Джордж К., Джонсон А. С., Дуранте М., Федоренко Б. С. "Результаты биодозиметрии для космического полета экипажа Мир-18." *Radiation Research*, 148 (5 Suppl): S17-S23, (1997 г.).

Приложение 11.6: Доклады на симпозиуме по Фазе 1

Доклады на симпозиуме (5 - 7 августа 1997 года)

Список участников i

Раздел 1: Мониторинг окружающей среды 1-1

Анализ летучих органических веществ на ОС Мир (SSAS/GRAB) .....
Сбор проб исходной и регенерированной воды на станции Мир для послеполетного анализа (Water) .....
Монитор качества воды (WQM) .....
Микробиологические исследования станции Мир во время экспедиции НАСА 2/3 (Micro) .....
Система измерения ускорений в космическом полете (SAMS) (SAMS) .....
Измерение уровня акустических шумов на ОС Мир (MANM) .....
Усовершенствованные датчики динамической нагрузки (EDLS) .....
Исследование внешнего состояния ОС Мир с помощью фото- и видеосъемок (Фотосъемки ОС Мир) .....

Раздел 2: Микрогравитация и исследование материалов 2-1

Распространение пламени в потоке газа (FFFT) .....
Пламя свечи в условиях микрогравитации (CFM) .....
Эксперимент по исследованию поверхности раздела (ICE) .....
Исследование бинарных коллоидных смесей (BCAT) .....
Выращивание кристаллов белка (PCG)/сосуд Дьюара с газообразным азотом (PCG-DEWAR) .....
Аппарат для диффузионно-контролируемой кристаллизации белка в условиях микрогравитации (DCAM) .....
Коммерческое выращивание кристаллов белка (CPCG) .....
Коммерческий многоцелевой биопроцессор (CGBA) .....
Биотехнологическая система (BTS) .....
Биотехнологический эксперимент по диагностике (BTSDE) .....
Исследование роста культуры хрящевой ткани в условиях космического полета (BTS-Cart) .....
Эксперимент по определению динамических характеристик конструкции ОС Мир (MiSDE) .....
Виброизолирующая платформа для условий микрогравитации (MIM) .....
Перчаточный бокс (MGBX) .....
Эксперимент по жидкофазному высокотемпературному спеканию (OLiPSE) .....
Эксперимент по исследованию диффузии в жидкой фазе (QUELD) .....
Материалы-сверхпроводники в приборах .....
Исследования по механике гранулированных материалов (MGM) .....

Раздел 3: Космические исследования 3-1

Эксперимент по изучению воздействия частиц (PIE) .....

Раздел 4: Биология развития 4-1

Инкубатор - комплексные эксперименты с перепелами на ОС Мир (Quail) .....
Комплексные эксперименты с растениями на ОС Мир (Оранжерея) .....

Раздел 5: Науки о Земле 5-1

Визуальные наблюдения Земли (OBS) .....

Раздел 6: Медико-биологические исследования 6-1
Оценка риска развития почечно-каменной болезни во время длительного космического полета (E651) .....
Взаимоотношения между членами экипажа и между экипажем и наземным персоналом (E628).....
Воздействие длительного космического полета на фиксацию прогнозируемых мишеней (Gaze) .....
Влияние длительного космического полета на координацию движений головы, глаз и туловища во время локомоции (E644) .....
Предупреждающая позная активность ("поза ожидания") .....

Приложение 11.6: Доклады на симпозиуме по Фазе 1

Доклады на симпозиуме (31 марта - 2 апреля 1998 года)

Обзор симпозиума i

Список участников ii

Раздел 1: Мониторинг окружающей среды 1-1

Анализ летучих органических веществ на ОС Мир (SSAS/GRAB) 1-2
Сбор проб исходной и регенерированной воды на станции Мир для послеполетного анализа (Water) 1-10
Монитор качества воды (WQM) 1-20
Система креплений при медицинских процедурах (CMRS) 1-34
Анализатор летучих органических соединений (VOA) 1-40
Вредные факторы окружающей среды/ Загрязнение воздуха 1-47

Раздел 2: Динамика корабля 2-1

Система измерения ускорений в космическом полете (SAMS) (SAMS) 2-2
Измерение уровня акустических шумов на ОС Мир (MANM) 2-11
Усовершенствованные датчики динамической нагрузки (EDLS) 2-14
Эксперимент с сетью беспроводной связи (MWNE) 2-28

Раздел 3: Окружающая среда 3-1

Исследование внешнего состояния ОС Мир с помощью фото- и видеосъемок (Фотосъемки ОС Мир) 3-2
Пассивный оптический коллектор №1 и №2 (POSA) 3-8
Коллектор микрометеоритов в виде полированной пластины (MEEP) 3-14
Монитор оптических характеристик (OPM) 3-21

Раздел 4: Исследование процесса горения 4-1

Распространение пламени в потоке газа (FFFT) 4-2
Пламя свечи в условиях микрогравитации (CFM) 4-9
Распространение пламени по цилиндрическим поверхностям в противопотоке окислителя (OFFS) 4-17

Раздел 5: Физика жидкостей 5-1

Эксперимент по исследованию поверхности раздела (ICE) 5-2
Исследование жидкостных перемычек в присутствии капиллярных сил (ALB)

Раздел 6: Изучение материалов 6-1

Виброизолирующая платформа для условий микрогравитации (MIM) 6-2
Эксперимент по исследованию диффузии в жидкой фазе (QUELD) 6-2

Канадский эксперимент по кристаллизации белков (CAPE) 6-2
Исследование гелеобразования в коллоидных смесях (CGEL) 6-20
Исследование бинарных коллоидных смесей (BCAT) 6-22
Перчаточный бокс для условий микрогравитации (MGBX) 6-24
Эксперимент по жидкофазному высокотемпературному спеканию (OLiPSE) 6-32
Эксперимент по диффузии жидких металлов (LMD) 6-55
Исследования по механике гранулированных материалов (MGM) 6-63

Раздел 7: Биотехнология 7-1

Выращивание кристаллов белка (PCG)/сосуд Дьюара с газообразным азотом (PCG-DEWAR) 7-2
Коммерческое выращивание кристаллов белка (CPCG) 7-5
Термостатирующий модуль (STES) 7-9
Биотехнологическая система (BTS) 7-18
Биотехнологический эксперимент по диагностике (BTSDE) 7-28

Раздел 8: Науки о Земле 8-1

Визуальные наблюдения Земли (OBS) 8-2
Съемка из иллюминаторов ОС Мир 8-12

Раздел 9: Космическая биология 9-1

Перчаточный бокс стойки SIA (SIGB) 9-2
Влияние гравитации на циркадные ритмы насекомых (BEETLE) 9-6
Оранжерея - Комплексные эксперименты с растениями на ОС Мир 9-14

Раздел 10: Медико-биологические исследования 10-1

Оценка функции гуморального иммунитета во время длительного космического полета (Immunity - E621) 10-2
Оценка риска развития почечно-каменной болезни во время длительного космического полета (E651) 10-8
Взаимоотношения между членами экипажа и между экипажем и наземным персоналом (E628) 10-16
Комплекс экспериментов "Сон" (E639, E710, E663) 10-25
Влияние длительного космического полета на координацию движений головы, глаз и туловища во время локомоции (E644) 10-31
Предупреждающая позная активность ("поза ожидания") 10-41
Нарушение и восстановление минерального состава костной ткани (E598) 10-49
ЯМР-исследования для изучения воздействия микрогравитации (MRI - E586) 10-51
Белковый обмен во время длительных космических полетов (E613) 10-59

Космонавт STS-63 и STS-86 Владимир Титов выполняет эксперимент в модуле Спейсхэб

Астронавт НАСА 4 Джерри Линенджер

Раздел 12 - Отчет Совместной рабочей группы по связям с общественностью (РГ-1)

Авторы:

Виктор Дмитриевич Благов, Заместитель Сопредседателя рабочей группы по полетным операциям и интеграции систем (операции)

Дебра Ран, Сопредседатель рабочей группы по связям с общественностью
Роб Нэвиас, Рабочая группа по связям с общественностью

Члены рабочей группы и лица, принимавшие участие в составлении раздела:

Валерий А. Удалой, Сопредседатель рабочей группы по связям с общественностью
Анатолий А. Еременко, подгруппа подготовки новостей
Сергей Громов, подгруппа протокольных мероприятий и организации встреч гостей
Всеволод Иванов, подгруппа по телевидению
Владимир Самсонов, ЦУП-М (руководитель службы отображения информации)
Всеволод Латышев, Рабочая группа по связям с общественностью
Борис Разумов, Рабочая группа по связям с общественностью
Андрей Майборода, Рабочая группа по связям с общественностью
Александр А. Боровиков, Рабочая группа по связям с общественностью
Иван И. Сафронов, Рабочая группа по связям с общественностью

Джозеф Н. Бентон, подгруппа по телевидению
Марк Хесс, подгруппа подготовки новостей
Пола Клеггетт, подгруппа протокольных мероприятий и организации встреч гостей

12.1 Сфера ответственности

Рабочая группа по связям с общественностью (РГ-1) от НАСА и российской стороны отвечала за планирование, разработку и выполнение всех аспектов мероприятий по связям с общественностью по программе Шаттл-Мир, Фаза 1. Эта работа включала в себя выпуск сообщений для печати, отчетов о состоянии дел и материалов для средств массовой информации, составление графиков и проведение пресс-конференций, распределение телевизионных передач, координацию и проведение интервью членов экипажей средствами массовой информации и учебными организациями на кораблях "Шаттл" и на космической станции "Мир", распределение фотоматериалов, работу с приглашенными лицами во время проведения мероприятий, отбор памятных знаков и координацию их материально-технического обеспечения, обеспечение деятельности съемочных групп (телевидения и кино) как в США, так и в России, включая доступ к материалам о тренировках космонавтов, о космической технике и управлении полетом.

12.2 Организационная структура

РГ-1, возглавляемая сопредседателями от американской и российской сторон, провела свое первое совещание в российском Центре управления полетами в г. Королев, Россия, в июне 1994 г. В деятельности этой рабочей группы принимали участие представители по связям с общественностью от штаб-квартиры НАСА, Космического центра им. Джонсона НАСА, российского Центра управления полетами, Российского космического агентства, Центра подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина, РКК "Энергия", Командования военно-космических сил, Института медико-биологических проблем и Центрального научно-исследовательского института машиностроения.

Во время первого совещания РГ-1 было решено создать три рабочих подгруппы: по телевизионной деятельности, по работе со средствами печати и по протокольным мероприятиям и работе с приглашенными лицами. Эти рабочие подгруппы несли ответственность за детальное планирование деятельности в указанных областях. Такая организационная структура оказалась очень эффективной, и она используется для Рабочей группы по связям с общественностью для международных партнеров по программе Международной космической станции.

Двусторонний (НАСА и российской стороны) план работы по связям с общественностью был разработан и подписан до полета американского астронавта Норма Тагарда на борту корабля "Союз" на российскую космическую станцию "Мир", так же как и для всех полетов со стыковкой по программе Шаттл-Мир. План включал в себя проведение мероприятий по следующим направлениям: обмен информацией, фотоматериалами, видеоматериалами и биографическими данными; проведение пресс-конференций перед и во время полетов; обмен телепередачами во время полетов; проведение интервью во время полетов; составление письменных отчетов о состоянии дел; проведение протокольных мероприятий; работа с приглашенными лицами; проведение приемов; обеспечение памятных знаков; составление плана действий в нештатных ситуациях.

В течение ряда лет члены рабочей группы РГ-1 создавали прочные деловые взаимоотношения, основанные на взаимном уважении и доверии. По мере укрепления этих связей становилось легче планировать и координировать деятельность по связям с общественностью.

Во время 105-дневного полета астронавта Норма Тагарда на борту космической станции "Мир" с 16 марта по 29 июня 1995 г. НАСА направляло своих представителей по связям с общественностью в российский Центр управления полетами по сменному графику. Когда Шэннон Люсид была отправлена на станцию на борту корабля "Спейс Шаттл" (СТС-76) 22 марта 1996 г., НАСА санкционировало постоянное присутствие должностных лиц по связям с общественностью в ЦУП-М, а в июне 1997 г. в ЦУП-М был аккредитован постоянный представитель по связям с общественностью на срок до окончания программы Фазы 1.

12.3 Основные достижения

Полезность присутствия постоянного представителя по связям с общественностью в ЦУП-М была ясно подтверждена в 1997 г., когда средства массовой информации всего мира уделяли повышенное внимание станции "Мир" в связи с загоранием твердотопливного генератора кислорода и столкновением корабля "Прогресс" со станцией. Постоянный представитель НАСА по связям с общественностью (РАО) работал в тесном взаимодействии с руководителем по проведению операций от НАСА, представителями по связям с общественностью от российской стороны и официальными лицами по связям с общественностью в штаб-квартире НАСА и в Космическом центре им. Джонсона, координируя своевременный выпуск точной информации для средств массовой информации. Это была сложная задача для обеих сторон, особенно с учетом значительной разницы во времени между Москвой и США.

После происшествия с кораблем "Прогресс" руководство НАСА и российского Центра управления полетами проводило брифинги для средств массовой информации почти ежедневно. Кроме того, НАСА выпускало ежедневные отчеты о состоянии дел в течение многих недель после столкновения.

Представители по связям с общественностью от НАСА и российского Центра управления полетами проводили частые консультации и обменивались информацией о мероприятиях по связям с общественностью, имевших отношение к станции "Мир" и проводившихся в США и России. Кроме того, они координировали приезды представителей средств массовой информации американской стороны в ЦУП-М и в другие российские организации, а также прорабатывали вопросы проведения еженедельных мероприятий по связям с общественностью на орбите с американскими астронавтами на борту станции "Мир".

Рассказ о выполнении программы Шаттл-Мир на Фазе 1 был, возможно, наилучшим образом проиллюстрирован посредством обмена телевизионными передачами между США и Россией и телерепортажей, передававшихся в различные страны мира через телесеть НАСА, обо всех ключевых событиях. Через объективы телекамер, установленных на станции "Мир", американские средства информации и телезрители всего мира могли видеть различные виды деятельности экипажа на борту российской станции и быть свидетелями основных событий, таких как стыковки кораблей "Шаттл" и "Прогресс" и научно-исследовательского модуля со станцией, а также мероприятий по выполнению внекорабельной деятельности, включая первый совместный выход в космическое пространство американо-российского экипажа в апреле 1997 г.

Аналогично, с помощью телевизионных систем кораблей "Шаттл" наблюдатели во всем мире могли видеть все элементы станции "Мир" и мероприятия, проводимые экипажем, выделяя сотрудничество в рамках совместной программы. Одним из наиболее эффектных видеосюжетов, полученных во время полетов корабля "Шаттл" и станции "Мир" в состыкованном состоянии, было посещение модулей станции во время полетов СТС-79 и СТС-84. Интервью и пресс-конференции на орбите с участием американских астронавтов, находящихся на борту станции "Мир", и российских космонавтов транслировались в США и

передавались в другие страны. РГ-1 много работала по организации и обеспечению переговоров особо важных лиц с объединенными экипажами после стыковки, а также координировала мероприятия по празднованию 50-летия ООН в течение СТС-74 в ноябре 1995 года.

РГ-1 проектировала и создавала памятные знаки. Эти знаки включали в себя значки для каждого полета, которые отправлялись на станцию "Мир" на борту "Шаттла", и алюминиевые монеты для Фазы 1, в которых содержался металл, взятый из "Шаттла" и станции "Мир". На станцию "Мир" на борту "Шаттла" отправлялись также американские и российские флажки и нашивки для конкретных полетов, которые затем возвращались в качестве предметов для презентаций. Если в полетах участвовали члены экипажа от других стран, на борту отправлялись также флажки этих стран.

12.4 Полученный опыт и его применение для МКС

Зачастую во время Фазы 1, особенно во время пожара и после столкновения корабля "Прогресс" со станцией, НАСА оказывалось в положении докладчика по российской космической программе, отвечающего на вопросы журналистов через 8-9 часов после комментариев официальных лиц или руководителей российских космических организаций. В течение этих нештатных ситуаций было затруднено получение американской стороной своевременной и точной информации о текущем состоянии станции "Мир". Понимаем, что очень важно ждать официального сообщения о причинах нештатной ситуации, и все же информация должна быть представлена быстро и точно, как только это возможно. На стадии выполнения программы Международной космической станции мы должны будем своевременно выпускать сообщения для печати и выдавать комментарии для средств информации сообща, а не от отдельных организаций.

Важность присутствия представителя НАСА по связям с общественностью в российском Центре управления полетами была продемонстрирована во время Фазы 1. В настоящее время два должностных лица по связям с общественностью постоянно аккредитованы в российском Центре управления полетами, и мы будем продолжать эту практику во время выполнения всей программы Международной космической станции. Кроме того, НАСА предложило всем международным партнерам направить своих постоянных представителей по связям с общественностью в Отдел новостей Космического центра им. Джонсона для координации мероприятий по связям с общественностью по программе Международной космической станции.

Из-за различных аварий оборудования на борту станции "Мир" были отменены некоторые запланированные американской стороной телерепортажи с борта станции. Нам необходимо возобновить наши усилия с тем, чтобы была обеспечена телевизионная трансляция обо всех запланированных событиях с российского сегмента МКС на этапе экспедиции 1. В течение первых семи или восьми месяцев существования МКС единственно доступным телеканалом для нас будет российский.

В настоящее время мы разрабатываем план действий по связям с общественностью в нештатных ситуациях на МКС, который подлежит утверждению руководством программы МКС и международными партнерами до запуска модуля управления "Заря" (ФГБ).

В результате выполнения программы со стыковками кораблей "Шаттл" и станции "Мир" люди во всем мире близко ознакомились с российской космической станцией. Наша рабочая группа провела очень успешную работу по предоставлению информации общественности посредством выпуска наших совместных материалов и за счет совместных усилий.

Астронавт НАСА 2 Ш. Люсид и астронавт НАСА 3 Дж. Блаха на борту ОС Мир

Раздел 13 - Применение для МКС

Авторы:

Павел Михайлович Воробьев, Сопредседатель подгруппы по планированию грузопотоков

Линда Гэвин, Технический помощник Директора Программы Фазы 1

13.1 Новые проблемы

Программа МКС поставила перед разработчиками много вопросов, не имевших ранее аналогов в мировой практике.

Анализ результатов выполнения программ "Мир-Шаттл" и "Мир-НАСА" показал, что значительная часть этих вопросов уже решена и может быть с успехом использована в программе МКС.

В совокупности опыт выполнения этих совместных российско-американских программ, заимствуемый для МКС, представлен в виде одиннадцати самостоятельных блоков (рис. 13.1).

По каждому блоку проводились работы по нескольким направлениям и в каждом направлении по несколько десятков, а то и сотен отдельных решенных вопросов. Таким образом, уже сегодня в процессе выполнения практических полетов по программе "Мир-НАСА" отработано несколько тысяч вопросов взаимодействия российского и американского сегментов МКС.

13.2 Применение корабля Шаттл для транспортно-технического обеспечения орбитальной станции

В первом блоке рассмотрено применение корабля Шаттл для транспортно-технического обеспечения орбитальной станции. Это наиболее значительное достижение.

До полетов к станции "Мир" Шаттл совершал одиночные полеты в качестве носителя спутников и научной лаборатории без активных стыковок и доставки грузов.

В девяти полетах Шаттла к "Миру" отработано несколько вариантов стыковки. Шаттл стыковался к станции в трех ее конфигурациях: к модулю "Кристалл", на осевом и боковом узлах, и к стыковочному отсеку, пристыкованному к модулю "Кристалл".

Сам Шаттл имел две конфигурации: стыковался своим стыковочным отсеком и специальным российским стыковочным отсеком, который после стыковки остался на станции. Он стыковался по вектору скорости и в надир и облетал станцию. В полете STS-91 Шаттл имел конфигурацию, характерную для МКС.

Опыт различных стыковок будет использован на первом этапе строительства МКС.

Шаттл стал наряду с кораблем "Прогресс М" равноправным средством доставки на станцию самых различных грузов. За девять полетов им доставлено на станцию 22,9 тонн грузов, включая крупногабаритный стыковочный отсек.

ЗАИМСТВУЕМЫЙ ДЛЯ МКС ОПЫТ РОССИЙСКО-АМЕРИКАНСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА ПО ПРОГРАММЕ "МИР-НАСА"

Таблица 13.1

1. Применение корабля Шаттл для транспортно-технического обеспечения орбитальной станции

- отработана операция стыковки корабля Шаттл с "Мир"
- получен опыт доставки крупногабаритных отсеков и грузов материально-технического обеспечения на "Мир"
- осуществлен в каждом полете возврат грузов с орбитальной станции
- освоена смена космонавтов (астронавтов) кораблем Шаттл
- доказана эффективность использования многоразовых кораблей типа Шаттл и "Буран"

2. Взаимодействие международных экипажей

- отработано проведение международных длительных полетов, включая вопросы психологической поддержки
- отработаны операции монтажа/демонтажа, переноса оборудования с корабля Шаттл на ОС "Мир" и обратно
- накоплен опыт проведения совместных научных экспериментов
- накоплен опыт медицинского обеспечения экипажей
- отработано взаимодействие при внекорабельной деятельности
- опыт подготовки международных экипажей
- получен опыт наращивания задач в ходе полета

3. Работоспособность систем орбитальной станции в длительном полете

- системы терморегулирования, включая гидромагистрали теплоносителя
- бортовой кабельной сети
- объединенной двигательной установки
- герметичного корпуса
- системы энергопитания

4. Опыт ликвидации аварийных ситуаций

- пожар в модуле "Квант"
- разгерметизация контуров СТР
- ремонт систем жизнеобеспечения
- разгерметизация модуля "Спектр"
- ремонт бортового вычислительного комплекса

5. Проведение совместных наземных операций с грузами материально-технического обеспечения

- разработаны совместные технологические процессы при доставке и возврате грузов
- отработана сборка сложных грузов и их предполетные испытания
- накоплен совместный опыт по макетированию размещения грузов
- проведен большой объем приемо-сдаточных испытаний американской научной аппаратуры

6. Изучение окружающей среды на станции

7. Интеграция российских и американских грузов

- продукты питания, вода
- оборудование для обеспечения жизнедеятельности экипажа (ЕДВ, поглотители CO_2 средства личной гигиены, одежда, "Браслет", БЖ "Электрон-В" и т.д.)
- оборудование для обеспечения безопасности экипажа (УСИЛ)
- оборудование для эксплуатации "Мира" (гиродин, аккумуляторные батареи, ПГАБ-1 и т.д.)
- медицинские укладки
- инструменты и ремонтное оборудование
- газы O_2, N_2

8. Создание совместной документации

9. Опыт совместного управления комплексом Мир-Шаттл из ЦУП-Х/ЦУП-М

10. Достижения научных исследований

11. Опыт совмещения двух технических школ создания космической техники, развивавшихся ранее независимо

Среди этих грузов: российские гироскопы, "Электрон", блоки 800, средства СОЖ, вода для экипажа и свыше 200 наименований американского научного оборудования.

Но Шаттл не только доставлял грузы на станцию, но и возвращал со станции результаты экспериментов, научные приборы, оборудование станции "Мир" для анализа и повторного использования: гиродины, "Электрон", аппаратура ТОРУ и "Курса", блоки 800 и многое другое. Всего кораблями Шаттл в девяти полетах возвращено со станции 7,8 тонн грузов. Общая масса грузопотока равна 30,7 тонн.

Полученный опыт доставки и возвращения российских грузов практически полностью будет использован в фазе 2, т.к. системы Российского сегмента МКС во многом аналогичны установленным на станции "Мир". Целесообразно распространить на МКС и опыт доставки и возвращения американской научной аппаратуры.

В процессе полетов отработаны различные варианты доставки и возвращения экипажа. Экипаж Дежуров, Стрекалов, Тагард стартовали на "Союзе ТМ", а возвращались на Шаттле, Соловьев и Бударин наоборот стартовали на Шаттле, а возвращались на "Союзе ТМ".

Американские астронавты Шэннон Люсид, Джон Блаха, Джерри Линенджер, Майкл Фоэл, Дэвид Вулф и Эндрю Томас доставлялись и возвращались на Шаттле. Все эти способы будут реализовываться на МКС. Так уже первый экипаж МКС стартует на корабле "Союз ТМ", а возвратится на Шаттле.

В целом выполнение транспортных операций Шаттлом доказало эффективность использования многоразовых кораблей для снабжения орбитальных станций.

13.3 Взаимодействие международных экипажей

Во втором блоке отражен опыт взаимодействия международных экипажей. Американские астронавты провели на станции "Мир" в общей сложности 942 дня, превысив суммарное время пребывания всех иностранных космонавтов, летавших на станциях "Салют" и "Мир". Важное значение для планирования программы МКС имеет успешный опыт длительных полетов американских астронавтов на станции "Мир" от 115 до 188 суток и их полеты с двумя, сменяющими друг друга российскими экипажами. На практике доказано, что требования ограничивать длительность экспедиции тремя месяцами, а также взлетать и садиться одним экипажем совсем не обязательны. Это подтвердил и выход в открытый космос 6.09.97г. А. Соловьева и М. Фоэла, которые доставлялись разными кораблями.

Одной из важных и трудоемких операций является разгрузка и загрузка Шаттла на орбите. В начале программы были сомнения: успеют ли экипажи "Мира" и Шаттла выполнить эти операции в коротком 5-суточном полете. Сейчас эти операции успешно отработаны. Российские космонавты и американские астронавты работают слаженно и очень быстро. Так в полете STS-86 общая масса перенесенных из Шаттла в "Мир" и из "Мира" в Шаттл грузов составляла 4525 кг.

Накоплен опыт выполнения одновременно 2-х научных программ экипажами станции и Шаттла на фоне совместных экспериментов, что безусловно будет необходимо на МКС.

Особенностью американской научной программы является большое количество научной аппаратуры, сменяемой в каждом полете Шаттла (в среднем 600 кг), что также предусматривается для МКС.

Следует сказать об опыте совместной внекорабельной деятельности: Линенджер, Фоэл и Вольф выходили в российских скафандрах, Титов в полете STS-86 работал в американском скафандре. Космонавты при ВКД работали с американскими грузами, астронавты в полете STS-86 работали с российскими. Астронавты, находясь в станции, сопровождали выходы космонавтов, помогая им в работе.

Обучение астронавтов и космонавтов иностранному языку партнера, овладение методикой и работой с оборудованием облегчили проведение технических операций на орбите и эффективное проведение тренировочных сессий перед полетом. Этому способствовало также проведение тренировочных сессий в обоих центрах подготовки для расширения тренировочных средств и применение различных методов и стилей проведения тренировочных занятий. Приобретен опыт подготовки астронавтов к длительному полету на станции "Мир" в качестве космонавтов-исследователей (КИ) и бортовых инженеров (БИ-2) по отдельным системам.

13.4 Работоспособность систем орбитальной станции в длительном полете

Третий блок очень важен, т.к. полученный опыт обеспечения длительной работы систем станции "Мир" в космосе уникален. Станция "Мир" летает тринадцатый год и некоторые особенности, например, биокоррозия трубопроводов системы терморегулирования (СТР) проявились только на 12-ом году. Полученный опыт позволил внедрить мероприятия по обеспечению 15-ти летнего полета и 10-ти летнего этапа эксплуатации по таким основным системам и агрегатам модулей МКС как СТР, бортовая кабельная сеть, объединенная двигательная установка, герметичный корпус, насосы, клапана, аппаратура управления остронаправленной антенны. Учитывая, что этот опыт получен в реальном полете орбитальной станции он бесценен.

Было достигнуто взаимопонимание о том, как следует работать с некритическими системами до их отказа, и каким образом затем заменять отказавшие системы в ходе профилактического обслуживания без угрозы безопасности или успеху всей экспедиции. Было достигнуто взаимопонимание относительно принципиальной необходимости наличия ряда систем генерации кислорода с целью обеспечения непрерывности операций при одновременном повышении уровня безопасности.

13.5 Опыт ликвидации аварийных ситуаций

Четвертый блок. Все перечисленные в четвертом блоке аварийные ситуации имели место на станции "Мир" и были успешно ликвидированы экипажами с участием американских астронавтов.

Конечно, никто специально не планировал аварийные ситуации на станции, однако опыт из ликвидации безусловно является большим вкладом в программу МКС.

Особо надо сказать о подготовке к восстановлению герметичности модуля "Спектр". Пока только составлялись планы таких работ для МКС, жизнь заставила форсировать эти работы для станции "Мир". В кратчайшие сроки в РКК "Энергия" и ГКНПЦ им. Хруничева было разработано ремонтное оборудование для герметизации в космосе возможных мест негерметичности. Это оборудование прошло испытания, было отправлено в КЦК и доставлено на станцию в полете Шаттла STS - 86 в сентябре 1997г.

К сожалению, несмотря на проведенные ремонтные операции, включая выходы экипажей в открытый космос, до настоящего времени не удалось восстановить герметичность модуля "Спектр". Однако полученные при натурных испытаниях результаты фактически могут быть зачтены в объем работ для МКС.

13.6 Проведение совместных наземных операций с грузами материально-технического обеспечения

В пятом блоке отмечены направления совместных работ при наземной подготовке грузов.

На сегодня разработаны и отлажены практически все наземные технологические процессы, необходимые для обеспечения транспортировки российских грузов на корабле Шаттл и американских грузов на модулях станции "Мир" и кораблях "Прогресс" и "Союз" с учетом специфики снабжения орбитальной станции.

Это позволяет американским и российским специалистам, в частности, оперативно решать вопросы по доставке срочных грузов. Так в апреле 1997 г. за месяц до пуска STS-84 в модуле "Спейсхэб" был размещен 140 килограммовый блок "Электрон", а в августе этого же года за месяц до пуска STS-86 в модуле "Спейсхэб" и на средней палубе разместили 300 кг ремонтного оборудования для модуля "Спектр". Опыт оперативного размещения грузов для орбитальной станции на транспортных кораблях безусловно будет использоваться на 2-й фазе.

Отработаны операции подготовки и предполетных испытаний сложных грузов. На российских модулях "Спектр" и "Природа" и кораблях "Прогресс М" доставлено 2000 кг американской научной аппаратуры, прошедшей испытания в том числе на полигоне "Байконур". В тоже время в центре Кеннеди был подготовлен и размещен в отсеке полезной нагрузки Шаттла (полет STS-74) российский стыковочный отсек и блоки солнечных батарей.

Приобретенный опыт совместных предполетных испытаний сложных грузов, в частности стыковочного отсека, будет использован в программе МКС при подготовке к транспортировке на Шаттле российской научно-энергетической платформы НЭП и ее солнечных батарей.

В работе по размещению грузов широко используются все способы обмена информацией вплоть до совместного макетирования.

Следует отметить согласованную работу американских и российских специалистов по обеспечению безопасности полетов Шаттла с российскими грузами и станции "Мир", в том числе при выполнении американской научной программы.

Отлажены и процессы приемо-сдаточных испытаний в основном американской научной аппаратуры, включая получение сертификата безопасности.

Все эти внешне малозаметные направления работ будут характерны для МКС и на их отработку потребуется меньше времени.

13.7 Изучение окружающей среды на станции

Шестой блок охватывает работы по изучению окружающей среды на станции, в том числе управление ориентацией связки Мир - Шаттл.

На ОС Мир была успешно испытана стойка, изолирующая оборудование чувствительных научных экспериментов от вибраций, вызываемых обычной деятельностью экипажа. Был проведен сбор данных по оборудованию, подвергавшемуся длительному воздействию окружающей среды космического пространства, для чего использовалась полезная нагрузка ОС Мир по изучению эффектов воздействия окружающей среды , которая была установлена, а затем снята американскими астронавтами и российскими космонавтами во время проведения совместных ВКД.

Впервые был получен опыт управления ориентацией большой и упругой конструкции Мир + Шаттл. Управление ориентацией обеспечивалось с помощью как реактивных двигателей (МИРа и Шаттла), так и гиродинов. В частности, методика использования двигателей "Прогресса" для разгрузки гиродинов будет использована при управлении ориентацией МКС для разгрузки российских гиродинов и американских силовых гироскопов.

13.8 Интеграция российских и американских грузов

В седьмом блоке собраны вопросы интеграции российских и американских грузов. Интеграция грузов проходила в двух направлениях:

- разработка и использование на станции "Мир" доставляемого американского оборудования и средств жизнеобеспечения;
- постоянное увеличение номенклатуры грузов партнеров в национальных средствах транспортировки.

Сегодня на станции "Мир" наряду с традиционным российским оборудованием и средствами СОЖ, используются и американские средства.

Вот их неполное перечисление:

- на модуле "Квант" развернута с одной стороны российская батарея, с другой стороны американская;
- 50% продуктов питания были американские, 50% российские;
- поглотители CO2 и емкости для хранения воды, медицинские укладки, инструменты, вода используются как российские так и американские;
- после стыковки Шаттла происходит обмен его атмосферы с атмосферой станции "Мир".

Особо в качестве вклада в фазу 2 надо отметить решенную проблему использования на орбитальной станции побочного продукта системы энергоснабжения Шаттла - воды. С одной стороны воду для экипажа можно было специально не грузить в Шаттл, т.к. она к концу полета уже накапливается, с другой стороны эта вода не могла долго храниться на станции, что необходимо, в длительном полете экипажа.

И вот, от полета к полету российские и американские специалисты последовательно решали эту задачу, и теперь экипаж международной станции будет спокойно употреблять воду, доставляемую в каждом полете Шаттла.

13.9 Создание совместной документации

В восьмом блоке перечислены только отдельные совместные документы, выпускаемые по программе "Мир-НАСА".

Таких совместных документов достаточно много. Так только по операциям их выпускается более полутора десятков к каждому полету.

Такие документы как каталог и контроль интерфейсов российских грузов целиком переходят на фазу 2.

Опыт создания совместных российско-американских документов уже сейчас широко используется при разработке документации на МКС и это убыстряет ход работ.

13.10 Опыт совместного управления комплексом Мир-Шаттл из ЦУП-Х/ЦУП-М

Девятый блок посвящен огромному опыту, приобретенному обеими сторонами в процессе совместного управления "Миром" и "Шаттлом" в течение 9 коротких и 7 длительных миссий.

"Шаттл" и "Мир" были изначально созданы независимо друг от друга и не были между собой совместимы. Центры управления в г. Королеве и Хьюстоне (ЦУП-М и ЦУП-Х) также работали по отдельным программам независимо друг от друга.

Потенциально имелся опыт совместной работы ЦУПов только по кратковременной программе "Аполлон-Союз", выполненной в 1975 г. Этот опыт был использован в полной мере но его было недостаточно.

Задачи Фазы 1 были двоякими:

- проведение научных экспериментов
- получение опыта работ для использования на Фазе 2

Потребовалось много как инженерных, так и операционных решений для того, чтобы обеспечить возможность совместимости "Мира" и "Шаттла" и совместного управления состыкованных кораблей из двух ЦУПов, удаленных друг от друга на тысячи миль, в различных временных зонах, каждый со своими традициями и языками. Управление полетом проводилось в условиях изменения конфигурации "Мира", постоянного наращивания задач. Таким образом, как бы моделировался процесс наращивания МКС на орбите.

Все задачи Фазы 1 были успешно решены, что служит доказательством технических способностей обеих сторон.

В результате можно констатировать, что в течение Фазы 1 была создана основа для успешной подготовки Фазы 2, создана и отработана технологическая структура и методология совместного управления полетом для дальнейших международных программ, таких, как МКС.

Можно отметить приобретение опыта по следующим направлениям:

- изучение опыта управления полетом кораблей России и США
- структура групп для совместного управления кораблями разных стран
- структура совместной наземной и бортовой документации по управлению полетом и работе экипажа
- комплекс технических операций по совместному планированию полета кораблей двух стран
- комплекс процедур совместного принятия решений, как в номинальном полете, так и в нештатных ситуациях
- взаимное использование возможностей бортового и наземного сегментов партнеров
- система связи и обмена данными по управлению полетом между ЦУП-М и ЦУП-Х
- организация работы международного экипажа и взаимодействия ЦУПов с экипажами
- одновременное выполнение двух и более научных программ разных стран
- мероприятия по информации общественности о полетных событиях
- интеграция бортовых систем "Мира" и "Шаттла"

Кроме того, совместный полет двух стотонных объектов: корабля "Шаттл" и станции "Мир" в состыкованном состоянии, во многом моделирует полет американского и российского сегментов МКС, т.к. этот комплекс имеет много схожих особенностей международной станции: стыковка Шаттла, большой экипаж, две научные программы и совместные эксперименты, перенос и размещение грузов и пр. Это также вклад в Фазу 2.

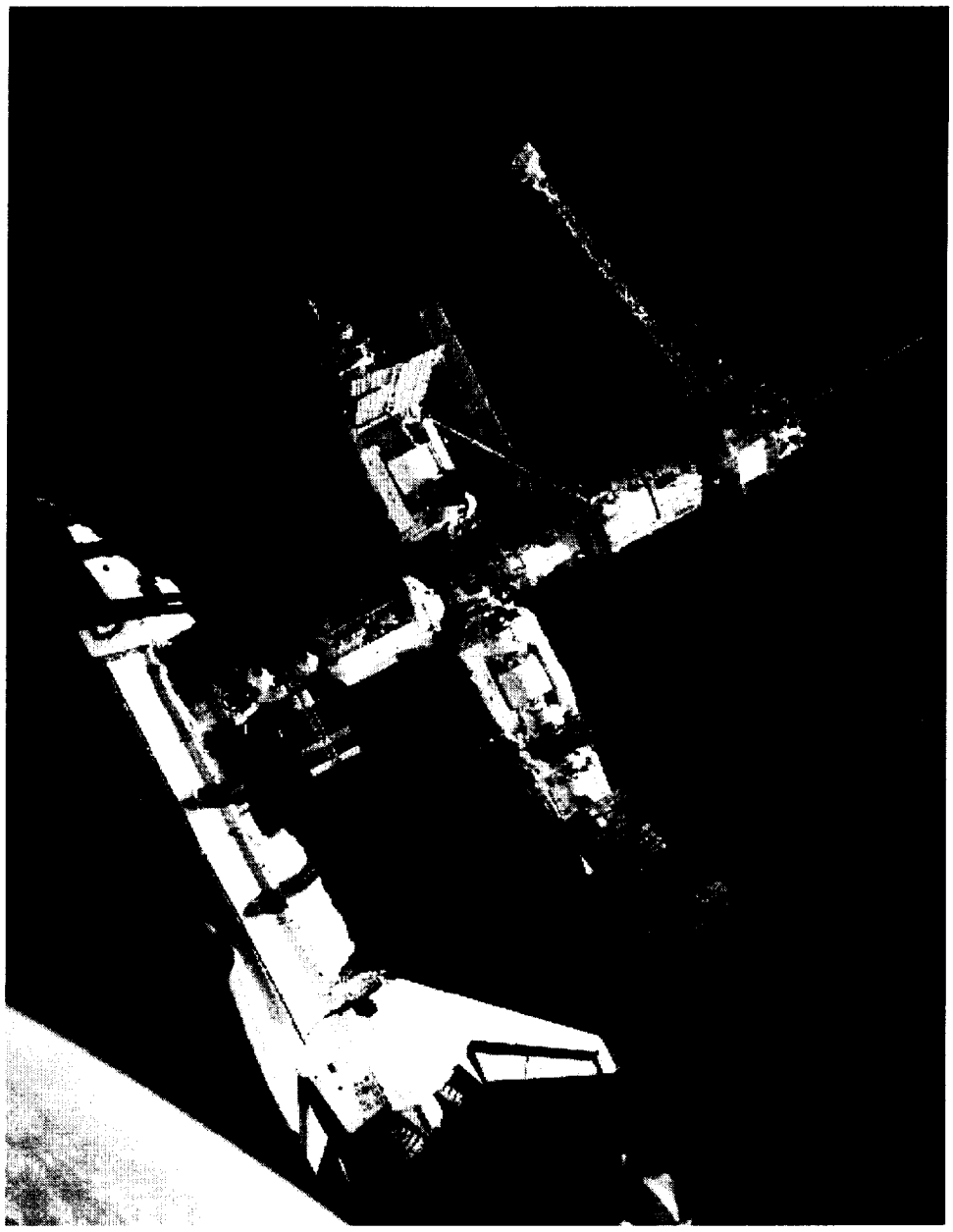
13.11 Достижения научных исследований

В десятом блоке рассматриваются многочисленные и важные научные достижения Фазы 1 программы. Эти достижения суммируются в разделе 11 настоящего отчета (подраздел "Основные достижения РГ-4").

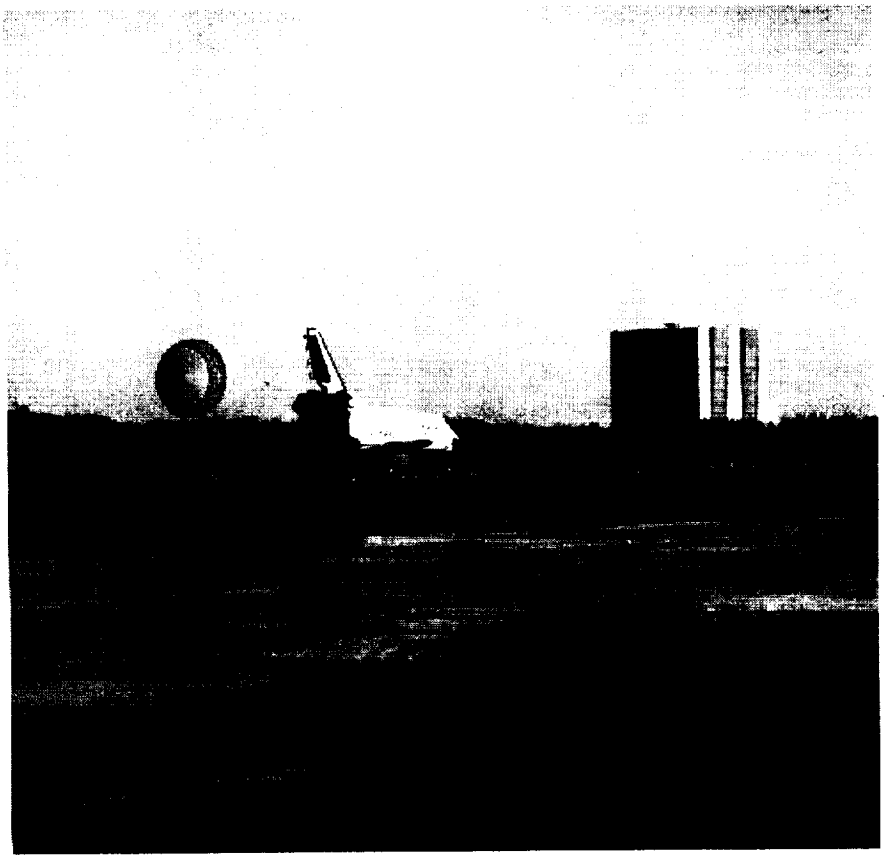
13.12 Опыт совмещения двух технических школ создания космической техники, развивавшихся ранее независимо

Одиннадцатый блок. В целом при выполнении программ "Мир-Шаттл" и "Мир-НАСА" были удачно совмещены две технические школы создания космической техники. При этом была решена проблема разобщенности территорий, различных технических и разговорных языков и выпуска полностью идентичной документации.

Перечисленные выше вопросы потребовали для своего решения скрупулезного труда сотен российских и американских специалистов, что обусловило высокую эффективность выполнения программы.



Корабль "Атлантис" после стыковки с ОС Мир
во время полета STS-71



Шаттл “Эндевор” в момент посадки в КЦК

Раздел 14 - Выводы

Авторы:

Валерий Викторович Рюмин, Директор Программы Фазы 1, Россия

Фрэнк Л. Калбертсон, Мл., Директор Программы Фазы 1, США

Заключение

Несмотря на то, что в ходе реализации Программы Фазы 1 пришлось испытать пожар, столкновение, несколько случаев отказов систем подачи электропитания и другие серьезные нештатные ситуации, а также буквально в последнюю минуту вносить изменения в программу, можно с гордостью сказать, что были достигнуты следующие четыре основных цели Программы:

1. Получен опыт работы с международными партнерами
2. Снижены риски, связанные с разработкой и сборкой космической станции
3. НАСА приобрело опыт выполнения операций во время длительных экспедиций
4. Выполнена программа медико-биологических исследований, исследований условий микрогравитации и окружающей среды.

Благодаря выполнению американской и российской космической программ нам удалось преодолеть культурные и языковые барьеры, научиться совместной работе, невзирая на различия в подходах к решению технических задач, и выработать единый процесс анализа, оценки безопасности полетов и сертификации готовности к полетам. Стороны сотрудничали при выполнении совместной Программы более четырех лет, использовав при этом в общей сложности сорокалетний опыт работы на земной орбите и в открытом космосе, и это сотрудничество послужит основой создания Международной космической станции.

Раздел 15 - Список сокращений

A/G	Air to Ground	Связь "Борт-Земля"
ACT	Russian certification statement	Акт
AD	Accompanying Documentation	Сопроводительная документация
ADV	Advanced Technology	Новая технология
AIT	Analysis and Integration Team	Группа анализа и интеграции
ALIS	Analysis of Critical Liquids in Space	Анализ "критических" жидкостей в космосе (французский эксперимент ALICE)
AMERD	Astronaut Medical Evaluation Requirements Document	Требования к медицинской оценке астронавтов
APAS	Androgynous Peripheral Assembly System	Андрогинная периферийная система стыковки
APDA	Androgynous Peripheral Docking Assembly	Андрогинный периферийный агрегат стыковки
APU	Air Pressurization Unit	Блок наддува переносной (БНП)
AT	Acceptance Test	Приемо-сдаточные испытания (ПСИ)
BCAT	Binary Colloid Alloy Test	Исследование бинарных коллоидных смесей в перчаточном боксе
BDC	Baseline Data Collection	Сбор фоновых данных (СФД)
BNA	Boeing North American	Название американской компании "Боинг Норс Американ"
BPA	Nitrogen Purge Unit	Блок продувки азотом (БПА)
BTS	Biotechnology System	Биотехнологическая система
BVK	Vacuum Valve Unit	Блок вакуумных клапанов (БВК)
CC	Crew Commander	Командир экипажа (КЭ)
CCB	Configuration Control Board	Координационный совет по конфигурации
cfm	cubic feet per minute	Единица измерения расхода, куб. фут/мин
CFM	Candle Flame in Microgravity	Пламя свечи в условиях микрогравитации
CHAPAT	Active Dosimetry of Charged Particles	Телескоп заряженных частиц CHAPAT
CNES	French Space Agency	Французское космическое агентство
CO	Carbon Monoxide	Окись углерода
CO_2	Carbon Dioxide	Углекислый газ
COFR	Certificate of Flight Readiness	Заключение о готовности к полету
COSS	Crew On-Orbit Support Systems	Система поддержки экипажа на орбите
CR	Cosmonaut Researcher	Космонавт-исследователь (КИ)
CWC	Contingency Water Container	Контейнер для воды
DARA	German Space Agency	Германское космическое агентство

DCAM	Dialysis Crystallization Apparatus for Microgravity	Аппарат для диффузионно-контролируемой кристаллизации белка в условиях микрогравитации
DFRC	Dryden Flight Research Center	Исследовательский центр им. Драйдена
DID	Dimensional Installation Drawings	Габаритно-установочный чертеж (ГУЧ)
DM	Docking Module	Стыковочный отсек
DMT	Decreed Moscow Time	Декретное московское время
DOR	Director of Operation, Russia	Координатор НАСА по подготовке астронавтов в России
EDA	External Dosimeter Array	Комплект внешних дозиметров
EDLS	Enhanced Dynamic Load Sensors	Усовершенствованные датчики динамической нагрузки
EDV	Storage Tank	Емкость для воды (ЕДВ)
EID	Electrical Interface Drawing	Схема электрических соединений
EMU	Extravehicular Mobility Unit	Американский скафандр для ВКД
ES	Earth Sciences	Науки о Земле
ESA	European Space Agency	Европейское космическое агентство (ЕКА)
ESC	Electronic Still Camera	Электронная фотокамера
EVA	Extravehicular Activity	Внекорабельная деятельность (ВКД)
FB	Fundamental Biology	Фундаментальная биология
FE	Flight Engineer	Бортинженер (БИ)
FEPC	Flight Equipment Processing Contract	Контракт на подготовку летного оборудования
FES	Flash Evaporator System	Система пикового испарителя
FFFT	Forced Flow Flame Spreading Test	Распространение пламени в потоке газа
FS	Flight Surgeon	Врач экипажа
GBx	Glove Box	Перчаточный бокс
GCTC	Gagarin Cosmonaut Training Center	Центр подготовки космонавтов им. Ю. Гагарина
GN	Gaseous Nitrogen	Газообразный азот
HLS	Human Life Sciences	Медико-биологические науки
HMST	Hazardous Material Summary Table	Сводная таблица по опасным материалам
IBMP	Institute for Biomedical Problems	Институт медико-биологических проблем
ICD	Interface Control Document	Технические условия на интерфейс
ICE	Interface Configuration Experiment	Эксперимент по исследованию поверхности раздела
IELK	Individual Equipment and Liner Kit	Укладка снаряжения индивидуального и ложемент
IPRD	Integrated Payload Requirements Document	Требования по интеграции полезной нагрузки
IPT	Integrated Product Team	Комплексная рабочая группа
IRMIS	Iodine Removal and Mineral Injection System	Система удаления йода и минерального обогащения
ISS	International Space Station	Международная космическая станция (МКС)

ISSP	International Space Station Program	Программа международной космической станции
IVA	Intravehicular Activity	Внутрикорабельная деятельность (ВнКД)
JSAWG	Joint Safety Assurance Working Group	Совместная рабочая группа по обеспечению безопасности
JSC	Johnson Space Center	Космический центр им. Джонсона (КЦД)
KSC	Kennedy Space Center	Космический центр им. Кеннеди (КЦК)
lb	pounds	Единица измерения силы (массы), фунт
LDM	Long Duration Mission	Долгосрочная экспедиция (экспедиция основная)
LiOH	Lithium Hydroxide	Гидроокись лития
LPS	Liquid Phase Sintering	Высокотемпературное жидкофазное спекание
MCC	Mission Control Center	Центр управления полетами
MCC-H	Mission Control Center - Houston	Центр управления полетами - Хьюстон
MCC-M	Mission Control Center - Moscow	Центр управления полетами - Москва
MEEP	Mir Environmental Effects Payload	Оборудование для изучения воздействия внешних факторов на ОС Мир
MG	Microgravity	Микрогравитация
MGBx	Microgravity Glove Box	Перчаточный бокс для условий микрогравитации
MIM	Microgravity Isolation Mount	Виброизолирующая платформа для условий микрогравитации
MIPS-2	Mir Interface Payload System	Система сопряжения с научной аппаратурой ОС Мир
MiSDE	Mir Structural Dynamics Experiment	Эксперимент по динамике конструкций ОС Мир
mmHg	millimeters of Mercury	Единица измерения давления, мм рт. ст.
MMO	Mission Management Office	Отдел управления полетом
MOD	Mission Operations Directorate	Управление (директорат) полетных операций
MOIWG	Mission Operations Integration Working Group	Рабочая группа по интеграции и операциям на ОС Мир
MOST	Mir Operations Support Team	Группа обеспечения операций на ОС Мир
MS	Mission Specialist	Специалист полета
MSDS	Material Safety Data Sheets	Информационный листок о безопасности материалов
MSMK	Mir Supplemental Medical Kit	Дополнительная медицинская укладка для полетов на ОС Мир
MSRD	Mission Science Requirements Document	Документ по требованиям к научной программе полета
MSRE	Mir Sample Return Equipment	Эксперимент по возвращению образцов с ОС Мир
MSWG	Mission Science Working Group	Рабочая группа по научной программе полетов
MT3	Flight Integration Office at JSC	Отдел летной интеграции в КЦД
MVAK	Module Vertical Access Kit	Укладка для вертикального доступа в модуль
N2	Nitrogen	Азот
NASA	National Aeronautics and Space Administration	Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства

nms	newton - meter - seconds	Единица измерения момента количества движения, Н·м·сек
NSTS	National Space Transportation System	Национальная космическая транспортная система (Шаттл)
O_2	Oxygen	Кислород
ODS	Orbiter Docking System	Стыковочная система Шаттла
OMS	Orbital Maneuvering Subsystem	Система орбитального маневрирования
ONS	Off-Nominal Situation	Нештатная ситуация
OPM	Optical Properties Monitor	Монитор оптических характеристик
OS	Orbital Station	Орбитальная станция
OV	Orbiter Vehicle	Орбитальный корабль
P1RD	Phase 1 Requirements Document	Документ, определяющий требования на Фазе 1
PDRS	Payload Deployment and Retrieval System	Система выведения и возвращения полезной нагрузки (манипулятор)
PED	Payload Experiment Developers	Разработчики экспериментальной полезной нагрузки
PGOC	Payload Ground Operations Contractor	Подрядчик по наземным операциям с полезной нагрузкой
PI	Principle Investigator	Ведущий исследователь
PIE	Particle Impact Experiment	Эксперимент по изучению воздействия частиц
PIPS	Payload Integration Planning System	Система планирования интеграции полезной нагрузки
PL	Payload	Полезная нагрузка
POSA	Payload Operations Support Area	Центр управления операциями с полезными нагрузками
PRCS	Primary Reaction Control System	Основная реактивная система управления
PS	Passport	Паспорт
psia	pounds per square inch absolute	Единица измерения давления, фунт/кв. см.
PSRP	Payload Safety Review Panel	Комиссия по рассмотрению безопасности полезной нагрузки
PUP	Payload Utility Panel	Пульт распределения питания
PWQ	Process Waste Questionnaire	Опросный лист по отходности процесса
QUELD II	Queen's University Experiment in Liquid Diffusion	Эксперимент по исследованию диффузии в жидкой фазе, разработанный в университете «Queen's University»
RCS	Reaction Control System	Реактивная система управления
RNDZ/PROX OPS	Rendezvous/Proximity Operations	Операции по причаливанию в непосредственной близости от ОС Мир
RIO	Russia Interface Officer	Координатор по связям с ЦУП-М
RMS	Remote Manipulator System	Дистанционный манипулятор (Шаттла)
RR	Replan Request	Запрос на перепланирование
RSA	Russian Space Agency	Российское космическое агентство (РКА)
RSC-E	Rocket Space Corporation - Energia	Ракетно-космическая корпорация Энергия (РКК-Э)

SAFER	Simplified Aid for EVA Rescue	Упрощенное средство для самоспасения при ВКД
SAMS	Space Acceleration Measurement System	Система измерения ускорений в космическом полете
SAR	Safety Analysis Report	Отчет по анализу безопасности
SCAT	Spaceflight Cognitive Test	Тест на познавательную способность в космическом полете
SIWG	Systems Integration Working Group	Рабочая группа по интеграции систем
SMP	Space Medicine Program	Программа космической медицины
SOIFW	Shuttle Orbiter In-Flight Food Warmer	Бортовой подогреватель пищи Шаттла
SPPF	Spacehab Payload Processing Facility	Корпус подготовки ПН Спейсхэб в КЦК
SPSR	Space Portable Spectral Reflectometer	Портативный космический спектрорефлектометр
SS	Space Sciences	Науки о космосе
SSPF	Space Station Processing Facility	Корпус подготовки космической станции в КЦК
STS	Space Transportation System	Космическая транспортная система. Шаттл
SVS	Space Vision System	Система оптического наблюдения в космическом полете
SWC	Solid Waste Container	Контейнер твердых отходов
TCS	Trajectory Control Sensor	Датчик контроля траектории
TEF	Thermoelectric Freezer	Термоэлектрический морозильник
TEHOF	Thermoelectric Holding Facility	Термоэлектрический холодильник для длительного хранения замороженных проб
TEM	Technological Evaluation of the MIM	Технологическая оценка MIM
TEPC	Tissue-equivalent Proportional Counter	Тканеэквивалентный пропорциональный счетчик
TLD	Thermo Luminescence Dosimeter	Термолюминисцентный дозиметр
TORU	Teleoperator mode	Телеоператорный режим управления (ТОРУ)
TsUP	Mission Control Center-Kaliningrad (MCC-M)	Центр управления полетами - Калининград (ЦУП-М)
TV	Television	Телевидение
USA	United States of America	Соединенные Штаты Америки (США)
VB-3	Onboard Exercise Training Equipment	Установка для выполнения физических упражнений в полете
VHF	Very High Frequency	Ультракороткие волны (УКВ)
WETF	Weightless Environment Training Facility	Гидролаборатория для отработки операций в условиях невесомости
WG	Working Group	Рабочая группа

БКВ-3	Блок кондиционирования воздуха	Air Conditioning Unit
БМП	Блок микропримесей	Contaminants Filtering Unit
БО	Бытовой отсек	Habitation Module
БОВа	Бортовой осушитель воздуха, автономный	On-board Air Dehumidifier, Autonomous
ГМО	Группа медицинского обеспечения	Medical Support Group
ДОН-17КС	Комплексный тренажер базового блока станции Мир	Mir Core Module Integrated Simulator
ДСБ-4	Дополнительная солнечная батарея	Auxiliary Solar Array
ИЛ76-МДК	Обозначение самолета, используемого для тренировок космонавтов	EVA Training Aircraft designation
КАВ	Конденсат атмосферной влаги	Atmospheric Moisture Condensate
КМ	Коммутатор	Matrix Switching Unit
КМУ	Комплекс моделирующих устройств	Simulator Facility Complex
КСОЖ	Комплекс средств обеспечения жизнедеятельности	Life Support Systems Complex
КСП	Командно-сигнальное поле	Command Signal Panel
МБП	Медико-биологическая подготовка	Biomedical Training
НГО	Негерметичный отсек	Unpressurized Compartment
НИИППиСПТ	Научно-исследовательский институт подготовки пищи и специальной пищевой технологии	Scientific Research Institute for Food Preparation and Specialty Food Technology
НИиЭ	Научные исследования и эксперименты	Scientific Investigations and Experiments
НХР	Навесной/наружный холодильный радиатор	Exterior Cold Radiator Panel
ОДУ	Объединенная двигательная установка	Integrated (combined) Propulsion System
ОНИКС	Система управления установки Кратер В	Krater V Control Unit
ПГО-1	Приборно-грузовой отсек	Instrument/Cargo Compartment
ПДС	Постоянно действующие системы	Permanently Operating Systems
ПЗ-1	Привод защелки	Latch Drive
ПНО	Приборно-научный отсек	Instrumentation/Scientific Compartment of Kvant-2.
ПСИ	Приемо-сдаточные испытания	Acceptance Test
ПРП	Помощник руководителя полета	Russian acronym for Deputy Flight Director (PRP)
РПВ-2, 3В	Ручной поворотный вентиль	Hand-operated Rotary Valve
СА	Спускаемый аппарат	Descent Module
СА-БО	Люк между спускаемым аппаратом и бытовым отсеком	Hatch between Descent Module and Habitation Module
СБ-2 (- 4)	Солнечная батарея -2 (-4)	Solar Array (designation 2, 4)
СВУ-3	Водолазное снаряжение	Scuba Gear designation
СОА	Система очистки атмосферы “Воздух”	Vozdukh Atmospheric Purification Systems

ЛИСТ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ОТЧЕТУ	Форма утверждена OMB № 0704-0188

Время, затрачиваемое на сбор информации для заполнения данного листа, оценивается, в среднем, равным 1 часу, включая время, необходимое для ознакомления с инструкциями, поиска существующих источников данных, сбора и регистрации необходимых данных и заключительного просмотра информации. Замечания по оценке затрачиваемого времени, а также по любым другим аспектам, касающимся этого источника информации, включая предложения по сокращению затрачиваемого времени, направляйте в Управление по работе с информацией и подготовке отчетов Службы при штаб-квартире в Вашингтоне по адресу: Washington Headquaters Services, Directorate for Information Operations and Reports, 1215 Jefferson Davis Highway, Suite 1204, Arlington, VA 22202-4302, и в Отдел руководства и распределения бюджета, Проект по сокращению документации, по адресу: Office of Management and Budget, Paperwork Reduction Project (0704-0188), Washington, DC 20503.

1. ЗАПОЛНЯЕТСЯ АГЕНТСТВОМ (*не заполнять*)	2. ДАТА ОТЧЕТА Январь 1999 г.	3. ТИП ОТЧЕТА И ДАТЫ Специальная публикация НАСА

4. ЗАГОЛОВОК И ПОДЗАГОЛОВОК Программа Фазы 1 Совместный отчет	5. БЮДЖЕТНЫЕ АССИГНОВАНИЯ
6. АВТОР (АВТОРЫ) Джордж К. Нилд, редактор; Павел Михайлович Воробьев, редактор*	
7. НАЗВАНИЯ И АДРЕСА ОРГАНИЗАЦИЙ- ИСПОЛНИТЕЛЕЙ Lyndon B. Johnson Space Center (Космический центр им Линдона Б. Джонсона, Houston, Texas 77058 г. Хьюстон, штат Техас, 77058)	8. НОМЕРА ОТЧЕТОВ ОРГАНИЗАЦИИ-ИСПОЛНИТЕЛЯ S-845
9. НАЗВАНИЯ И АДРЕСА АГЕНТСТВ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ СПОНСОРСТВО/НАБЛЮДЕНИЕ National Aeronautics and Space Administration (Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства Washington, DC 20546-0001 г. Вашингтон, округ Колумбия, 20546-0001)	10. НОМЕР ОТЧЕТА АГЕНТСТВА, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩЕГО СПОНСОРСТВО/НАБЛЮДЕНИЕ SP-1999-6108
11. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРИМЕЧАНИЯ * Российское космическое агентство	
12a. ИНФОРМАЦИЯ О РАССЫЛКЕ/НАЛИЧИИ Можно получить через Центр аэрокосмической информации (CASI) НАСА 7121 Standard (7121 Стэндард, Hanover, MD 21076-1320 Ганновер, штат Мэриленд, 21076-1320)	12b. КОД РАССЫЛКИ

13. АННОТАЦИЯ (*максимум 200 слов*)

Этот отчет содержит информацию, предоставленную каждой совместной рабочей группой, созданной в рамках Программы Фазы 1. Рабочие группы были поставлены перед задачей описать организационную структуру и рабочие процессы, которые они использовали в ходе Программы, совместные достижения, накопленный опыт, а также применимость этого опыта в Программе Международной космической станции. Данный отчет представляет собой наиболее значительный совместный справочный документ, содержащий информацию, представляющую интерес для обеих стран.

14. ТЕРМИНЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ПРЕДМЕТУ	15. КОЛИЧЕСТВО СТРАНИЦ	16. КОД ЦЕНЫ
полеты космического корабля Шаттл; орбитальная станция Мир; деятельность астронавтов; астронавты; космонавты; внекорабельная деятельность; Международная космическая станция	322	

17. КЛАССИФИКАЦИЯ СЕКРЕТНОСТИ ОТЧЕТА	18. КЛАССИФИКАЦИЯ СЕКРЕТНОСТИ ДАННОГО ЛИСТА	19. КЛАССИФИКАЦИЯ СЕКРЕТНОСТИ АННОТАЦИИ	20. ОГРАНИЧЕНИЯ ДЛЯ АННОТАЦИИ
Не секретно	Не секретно	Не секретно	Ограничения не накладываются

СОЖ	Система обеспечения жизнедеятельности	Life Support System
СОТР	Система обеспечения теплового режима	Thermal Mode Control System
СП-ЭО	Спуск экспедиции основной	Descent - Long Duration Crew
СУБК	Система управления бортовым комплексом	Onboard Complex Control System
СУД	Система управления движением	Motion Control System
ТДК	Тренажер динамический, комплексный	Complex Dynamic Simulator
ТОРУ	Телеоператорный режим управления	Teleoperator Mode
ТПС	Типовые полетные сутки	Standard Flight Days
УИВК	Управляющий информационно-вычислительный комплекс	Control Information and Computer Complex
УКТФ	Универсальный комплексный тренажер физкультурный (бегущая дорожка, тредбан)	Physical Exercise Training Complex
ХСА БО ТК	Холодильно-сушильный агрегат бытового отсека транспортного корабля	Cooler/Dehumidifier Assembly of Soyuz Habitation Module
ШСО	Шлюзовой специальный отсек	Special Airlock
ЭКТ	Экзаменационная комплексная тренировка	Complex Exam Training
ЭПК-ПСА	Электропневматический клапан пассивного стыковочного агрегата	Passive Docking Assembly Electropneumatic Valve
ЭПК-РД	Электропневматический клапан - регулятор давления	Electropneumatic Pressure Control Valve
ЭУ-734	Экспериментальная установка	Experimental Facility (design.734)

REPORT DOCUMENTATION PAGE

Form Approved
OMB No. 0704-0188

Public reporting burden for this collection of information is estimated to average 1 hour per response, including the time for reviewing instructions, searching existing data sources, gathering and maintaining the data needed, and completing and reviewing the collection of information. Send comments regarding this burden estimate or any other aspect of this collection of information, including suggestions for reducing this burden, to Washington Headquarters Services, Directorate for Information Operations and Reports, 1215 Jefferson Davis Highway, Suite 1204, Arlington, VA 22202-4302, and to the Office of Management and Budget, Paperwork Reduction Project (0704-0188), Washington, DC 20503.

1. AGENCY USE ONLY *(Leave Blank)*	2. REPORT DATE	3. REPORT TYPE AND DATES COVERED
	January 1999	NASA Special Publication

4. TITLE AND SUBTITLE
Phase 1 Program Joint Report

5. FUNDING NUMBERS

6. AUTHOR(S)
George C. Nield, Ed.; Pavel Mikhailovich Vorobiev, Ed.*

7. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES)

Lyndon B. Johnson Space Center
Houston, Texas 77058

8. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBERS
S-845

9. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES)

National Aeronautics and Space Administration
Washington, DC 20546-0001

10. SPONSORING/MONITORING AGENCY REPORT NUMBER
SP-1999-6108

11. SUPPLEMENTARY NOTES
* Russian Space Agency

12a. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT

Available from the NASA Center for AeroSpace Information (CASI)
7121 Standard
Hanover, MD 21076-1320

12b. DISTRIBUTION CODE

13. ABSTRACT *(Maximum 200 words)*

This report consists of inputs from each of the Phase 1 Program Joint Working Groups. The Working Groups were tasked to describe the organizational structure and work processes that they used during the program, joint accomplishments, lessons learned, and applications to the International Space Station Program. This report is a top-level joint reference document that contains information of interest to both countries.

14. SUBJECT TERMS	15. NUMBER OF PAGES	16. PRICE CODE
space shuttle missions; Mir Space Station; astronaut performance; astronauts; cosmonauts; extravehicular activity; International Space Station	322	

17. SECURITY CLASSIFICATION OF REPORT	18. SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE	19. SECURITY CLASSIFICATION OF ABSTRACT	20. LIMITATION OF ABSTRACT
Unclassified	Unclassified	Unclassified	Unlimited